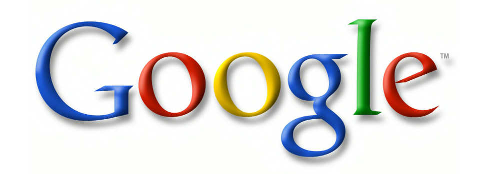
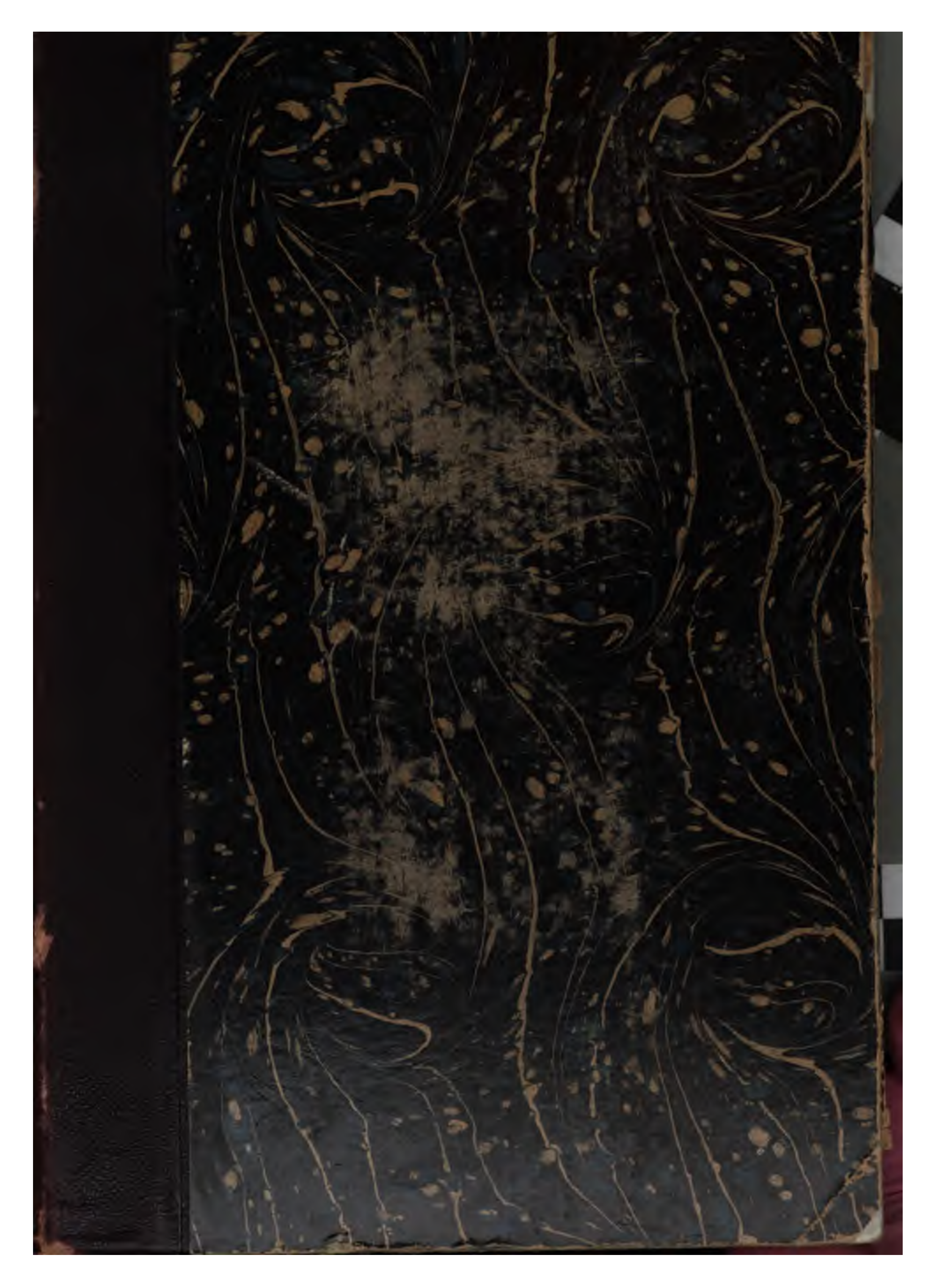
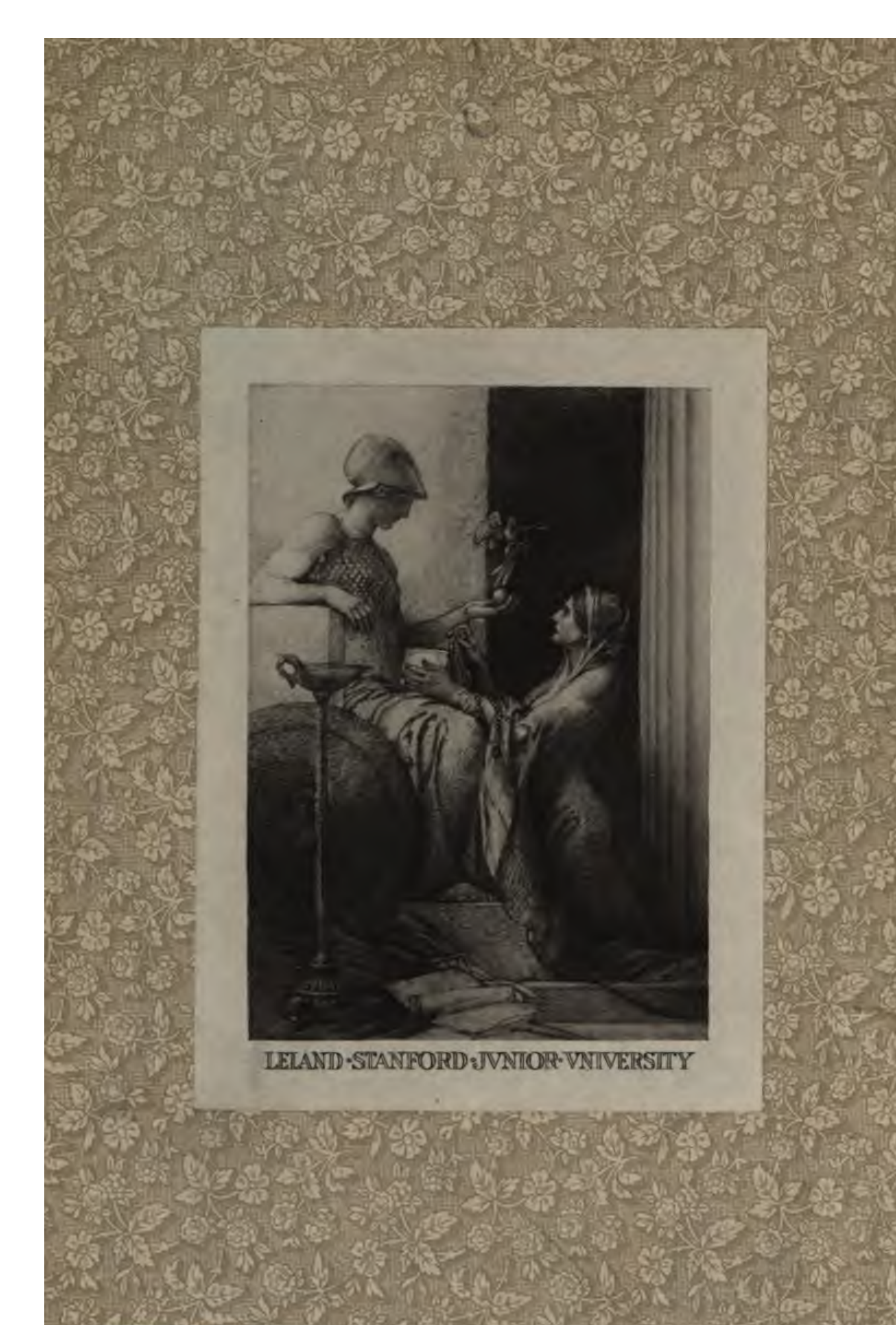
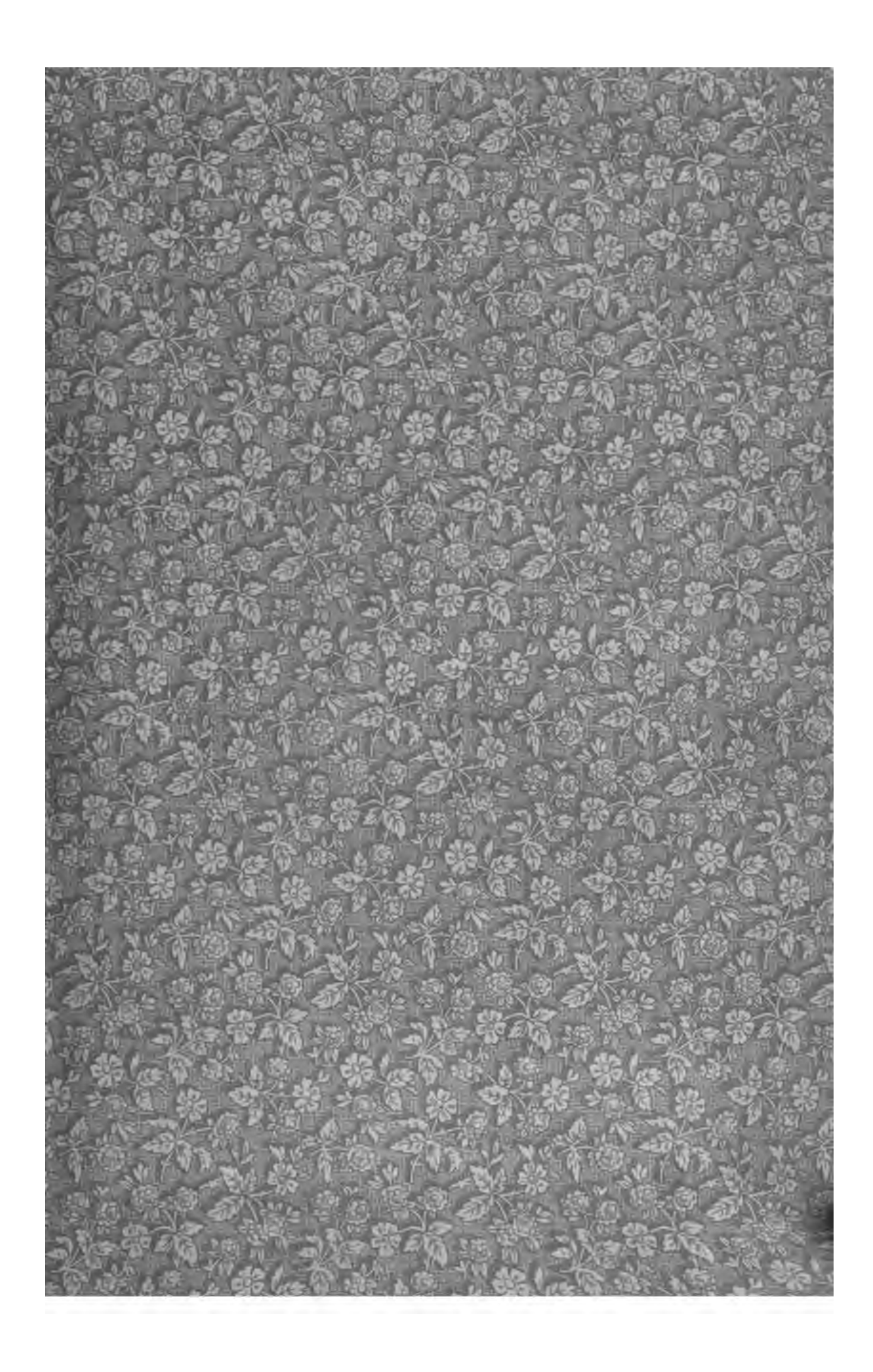

Google









Beiträge

zur

Akustik und Musikwissenschaft.

Beiträge

zur

Akustik und Musikwissenschaft

herausgegeben

von

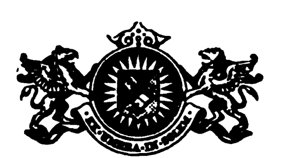
Dr. Carl Stumpf,

o. Professor an der Universität zu Berlin.

---

1. Heft:

C. Stumpf: Konsonanz und Dissonanz.



Leipzig

Verlag von Johann Ambrosius Barth

1898.

Beiträge

zur

Akustik und Musikwissenschaft

herausgegeben

von

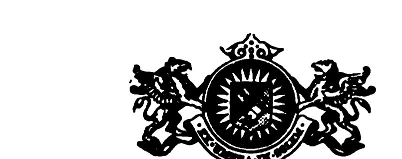
Dr. Carl Stumpf,

o. Professor an der Universität zu Berlin.

---

1. Heft:

C. Stumpf: Konsonanz und Dissonanz.



Leipzig

Verlag von Johann Ambrosius Barth

1898.

Vorwort.

Die nächste Veranlassung zur Herausgabe dieser „Beiträge“ bildete für mich der Entschluss, an Stelle der zwei noch rückständigen Bände der „Tonpsychologie“ Untersuchungen zur Musiktheorie in anderer Form an die Oeffentlichkeit zu bringen. Indem ich, wie man doch thun soll, an die Leser dachte, erschien mir für die ersten und die letzten Bände ein sehr ungleiches Publikum: für jene mehr die psychologischen Fachgenossen, für diese mehr die Musikgelehrten und die nachdenklichen Musiker. Psychologen und Physiologen dagegen, soweit sie nicht zugleich musikalische Neigungen besitzen, hätten nur den allgemeinsten Fragepunkten über das Wesen der Konsonanz, des Harmoniegefühls u. dgl. tieferes Interesse entgegengebracht. So wird es denn zwar nicht schöner, aber praktischer sein, die äussere Einheit des Werkes aufzugeben. Die in den „Beiträgen“ erscheinenden Monographien können, glaube ich, ohne die Tonpsychologie verstanden werden, wenn auch Solche, die eingehender über gewisse Punkte nachzulesen wünschen, durch Citate darauf zurückgewiesen werden. Die Häufigkeit der Selbstcitate im ersten Hefte bitte ich nicht übel zu vermerken, es waren eben die früheren Arbeiten zum grossen Theil schon im Dienste des hier verhandelten centralen Problems unternommen.

Die „Beiträge“ werden aber auch Arbeiten Anderer enthalten, und sie würden, wenn sich daraus ein Organ für strengwissenschaftliche Behandlung hierhergehöriger Fragen entwickelte, damit den wesentlicheren Theil ihren Aufgabe erfüllen. Zwar sind es vorläufig nicht Viele, von denen hier fruchtbare Bethätigung zu erwarten ist. Aber hoffentlich mehrt sich ihre Zahl, und jedenfalls muss man einmal versuchen, die Fähigen zu gemein-

samer Arbeit zu rufen. Für die nächsten Hefte sind Untersuchungen aus dem hiesigen psychologischen Seminar, dessen akustische Einrichtungen nunmehr zu erwünschter Vollständigkeit gediehen sind, in Vorbereitung. Einige davon werden aus der „Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane" hier abgedruckt.

Zur „Akustik und Musikwissenschaft" in dieser Verbindung der Begriffe rechnen wir alles, was zum Verständniss der Thatsachen des Hörens und der Musik beigebracht werden kann, seien es physikalisch-physiologische, biologische, psychologische, oder seien es ethnologische, musikgeschichtliche und musiktechnische Betrachtungen. Nur rein physikalische und ebenso rein historische Untersuchungen sind ausgeschlossen, obschon ich nicht leugne, dass die Theorie der singenden Flammen und der Klangfiguren zur Akustik, die Lebensbeschreibung von Paganini oder Gyrowetz zur Musikwissenschaft im gewöhnlichen Wortsinne gehört.

Berlin, Februar 1898.

C. Stumpf.

Inhalt des ersten Heftes.

Konsonanz und Dissonanz. Von C. Stumpf.

Konsonanz und Dissonanz.

Von

CARL STUMPF.

Erstes Kapitel.

v. Helmholtz' Definitionen.

Unter den Werken der neueren naturwissenschaftlichen Litteratur ist wohl keines so oft als klassisch bezeichnet worden wie HELMHOLTZ' „Lehre von den Tonempfindungen"; und dieser Bezeichnung kann Niemand widersprechen, der die Schwierigkeit des Gegenstandes mit der Ruhe und Eleganz der Darstellung, der überredenden Kraft der Grundgedanken, der Fülle des durch sie bezwungenen Materials vergleicht. Dennoch dürfen wir uns heute nicht verhehlen, dass eine feste Grundlage für die Theorie der Musik damit keineswegs gewonnen, dass vielmehr der Mittelpunkt des Ganzen, die Theorie der Konsonanz, unhaltbar ist. Die im Folgenden aufgeführten Gründe haben mich bereits vor zwei Jahrzehnten zum Suchen nach einer neuen Grundlegung angetrieben. Ich wollte sie aber nur zusammen mit dieser selbst veröffentlichen — on ne détruit que ce qu'on remplace —, habe daher nur gelegentlich Einiges davon erwähnt.

Nun ist gegen HELMHOLTZ längst bald dieses bald jenes Bedenken geltend gemacht.[1] Sei es aber, dass die Form nicht

---

[1] A. v. OETTINGEN, LOTZE, HOSTINSKY, MACH, HUGO RIEMANN, PREYER, WUNDT, G. ENGEL, MELDE und besonders TH. LIPPS (1883, 1885, 1895) sind unter den Kritikern zu nennen.

Uebrigens muss man nicht meinen, dass HELMHOLTZ' Erklärungsprinzipien ganz neu gewesen wären. Die von ihm allerdings in vollkommenster Weise durchgeführten Lehren gehen ebenso wie die Polemik

immer überzeugend war oder dass man einzelnen Einwänden und Schwierigkeiten durch Hilfshypothesen abhelfen zu können glaubte — genug, die Naturforscher sind noch heute fast allgemein der Theorie zugethan, und von den Musikern, die sich zuerst reservirt verhielten, fangen manche gerade jetzt an, gegenüber einer physiologischen Theorie von so ungewöhnlicher Lebensdauer ihre Zweifel schwinden zu lassen. Daher wird eine eingehende Formulirung der durchschlagendsten Argumente immer noch nützlich sein, um den Versuch einer Neubegründung zu rechtfertigen.

Helmholtz giebt, genau zugesehen, nicht eine, sondern zwei verschiedene Definitionen von Konsonanz und Dissonanz, die zwar in der Durchführung vielfach miteinander verknüpft werden, aber in sich selbst betrachtet durchaus verschieden sind und ein verschiedenes Anwendungsgebiet besitzen.

Die Hauptdefinition lautet: „Konsonanz ist eine kontinuirliche, Dissonanz eine intermittirende Tonempfindung“ (S. 370 der 4. Aufl.). Diese Definition ruht auf der Erscheinung der Schwebungen (einschliesslich der von den Obertönen herrührenden), welche bei Dissonanzen stark, bei Konsonanzen weniger stark oder gar nicht auftreten. Es ist der

---

dagegen tief ins vorige Jahrhundert zurück. Sauveur erklärte bereits 1700 die Dissonanz aus den Schwebungen, Estève 1751 die Konsonanz aus zusammenfallenden Theiltönen, wenn auch mit anderer Wendung des Gedankens als bei Helmholtz. Sauveur's Lehre wurde durch Robert Smith 1749 weitergebildet (vgl. Mach's Pop.-wiss. Vorlesungen S. 48 f.). Auch bei dem wackeren Andreas Sorge, Vorgemach der musikal. Komposition (1745 bis 1747) findet man S. 334 Hierhergehöriges. Er sagt über die Dissonanzen: „Statt eines lieblichen Tons entsteht in der Tiefe ein donnerndes und erschütterndes Brausen, in der Höhe ein verdriessliches Geschwirre.“ Offenbar bezieht sich dies auf die Schwebungen. Sorge leitet u. a. daraus ab, warum selbst Terzen in der Tiefe übel klingen: in *C* seien die Obertöne c^1 und g^1 enthalten, in *E h* und gis^1, welche mit jenen Schwebungen geben. Ebenso erwähnt Sulzer (1786) das „ganz unerträgliche Geschwirre“ bei Dissonanzen wie 99 : 100.

Rousseau trägt in seinem *Dictionnaire de musique*, Art. Consonnance, die Erklärungen Sauveur's und Estève's vor, verwirft die erstere, findet dagegen die zweite einfach und glücklich, wenngleich nicht völlig befriedigend.

Ausdrückliche Ablehnung und Kritik der Obertontheorie für die Konsonanzlehre vor Helmholtz' Zeit bei A. Eximeno 1774, M. Young 1784, Chladni 1802, Gottfried Weber 1817 f., Moritz Hauptmann 1853. Doch wurde früher fast nur der Umstand geltend gemacht, dass unter den Theiltönen auch dissonante, wie der 7., 9., 11., vorkommen und sogar öfters recht stark sind.

Grad der dadurch bedingten Rauhigkeit, welcher den Grad der Konsonanz oder Dissonanz bestimmt. HELMHOLTZ hat unter gewissen, freilich ganz speziellen, Voraussetzungen hierfür sogar eine graphische Darstellung, eine Rauhigkeitskurve, abgeleitet (S. 318).

Da nun aber Schwebungen nur bei gleichzeitigen Tönen auftreten, so würde bei bloss melodischer Folge der Unterschied hinwegfallen. HELMHOLTZ führt hier den Begriff der Verwandtschaft ein (S. 423, 584), und zwar deckt sich die „direkte Verwandtschaft" der Töne mit der Konsonanz, während dissonante Töne nur indirekt verwandt sein können. Die direkte Verwandtschaft ist aber gegeben durch gemeinschaftliche Theiltöne. Je mehr und je kräftigere Theiltöne zwei Grundtönen gemeinschaftlich sind, um so stärker ist ihre Verwandtschaft. Hieraus ergeben sich wiederum die bekannten Unterschiede der Konsonanz zwischen Oktaven, Quinten, Terzen u. s. w. Diese Verwandtschaft wird nach HELMHOLTZ nicht etwa erkannt durch die bewusste Analyse eines Klanges, da das gewöhnliche Gehör Theiltöne nicht wahrnimmt: sondern sie wird als Aehnlichkeit der beiden Grsammtklänge unmittelbar erfasst, ebenso wie wir z. B. Gesichter als verwandt bezeichnen, ohne sogleich angeben zu können, worauf ihre Aehnlichkeit beruht (S. 595, vgl. auch 584). Hiernach kann man also kurz sagen: Konsonanz ist die durch gemeinschaftliche Theiltöne gegebene Aehnlichkeit zweier Töne, Dissonanz der Mangel einer solchen Aehnlichkeit, bezw. ein relativ geringer Grad derselben (wie denn auch nach dem ersten Prinzip graduelle Abstufungen von der Konsonanz zur Dissonanz hinführen).

Dieses Prinzip passt nun wiederum nicht auf gleichzeitige Töne; denn wenn zwei gleichzeitige Klänge, wie C und G, einen gemeinschaftlichen Theilton, hier g^1, haben, so sind für das Ohr nun eben drei Töne gegeben, zwei relativ starke (die Grundtöne) und ein relativ schwacher. Dass dieser aber den beiden starken gemeinschaftlich ist, können wir ihm nicht anhören. Das ist eine rein physikalische Thatsache, die dem Hörenden gemeinhin nicht einmal als solche bekannt ist, und wenn sie es wäre, nur sein Wissen, aber nicht seine Empfindung angehen würde. Für die Empfindung kann sich der gemeinschaftliche Ton nicht als gemeinschaftlicher, sondern nur etwa

als dritter Ton neben jenen geltend machen, und es ist durchaus unerfindlich, wie die beiden anderen in dem Bewusstsein des Hörenden durch ihn miteinander eine Verwandtschaft eingehen sollen. Zum Ueberfluss können wir dieselben Empfindungen auch so herstellen, dass wir zwei einfache Töne nehmen und dazu einen dritten schwächeren selbständig erzeugen, in welchem Fall also nicht einmal physikalisch irgend ein Zusammenhang der drei Töne besteht.

Wir haben also in der That zwei verschiedene Prinzipien bei HELMHOLTZ, das eine ausschliesslich für gleichzeitige, das andere ausschliesslich für aufeinanderfolgende Töne gültig. Dieser Sachverhalt scheint ihm selbst seltsamer Weise entgangen zu sein, und weil er selbst die Doppelheit seiner Definition nirgends hervorgehoben hat, ist sie auch nicht allgemein und von Anfang an als Uebelstand empfunden worden. Etwas Missliches hat sie doch sicherlich. Man wird schwer zugeben, dass der Name „Konsonanz" für gleichzeitige Töne etwas total anderes bedeutet als für aufeinanderfolgende. Schlimmer ist aber, dass keines der beiden Merkmale auch nur in seinem Gebiete Stand hält.

1. Die Definition durch Schwebungen.

Schwebungen bestehen in periodischen Stärkeveränderungen, im „Intermittiren" der Tonempfindung.[1] Solche Stärkeschwankungen entstehen regelmässig, wenn zwei an Höhe nicht zu sehr verschiedene Töne einunddasselbe Gehörorgan zugleich erregen. Wir können aber periodische Stärkeveränderungen in beliebiger Frequenz auch bei einem einzigen Ton, etwa durch eine vor der Tonquelle rotirende durchbrochene Scheibe, erzeugen, und in

[1] HELMHOLTZ folgerte aus gewissen Voraussetzungen, dass ausser den Stärkeveränderungen auch kleine Höheschwankungen stattfinden müssen, die er auch zu beobachten glaubte; und SEDLEY TAYLOR meint, dass erst darauf die „eigenthümliche Bitterkeit" dissonanter Intervalle beruhe. Diese theoretisch berechneten Höheschwankungen kommen jedoch in Wirklichkeit nicht vor; statt ihrer erscheint unter gewissen Umständen ein Mittelton, der aber auch wieder eine konstante Höhe hat. Vgl. meine *Tonpsychologie* II, 474 f. Die Existenz dieses Mitteltones ist inzwischen von MELDE u. a. bestätigt (PFLÜGER's *Archiv f. d. gesammte Physiologie* 1895, Bd. 60, S. 623 f.). Aber mit der Dissonanz hat er nichts zu thun. Bei einem Ganzton in mittlerer Lage ist er schon nicht mehr hörbar, noch weniger bei grösseren Intervallen.

diesem Fall entsteht nicht dasjenige, was der Musiker als Dissonanz bezeichnet. Zur Dissonanz gehören durchaus zwei Töne, ebenso wie auch die Konsonanz nicht durch Einen gleichmässig abfliessenden Ton, sondern nur durch zwei gegeben sein kann.

Die Definition also: „Konsonanz ist eine gleichmässige, Dissonanz eine intermittirende Tonempfindung", müsste zum mindesten so umgeformt oder so verstanden werden: „Konsonanz besteht in dem gleichmässigen, Dissonanz in dem intermittirenden Abfluss zweier Töne."

Aber auch so kehrt der Einwand wieder: Wir können Intermissionen in beliebiger Frequenz auch bei zwei konsonanten Tönen künstlich herstellen, ohne dass sie dissonant würden. Ein Geigentremolo mit Oktaven oder mit Quinten verwandelt diese Intervalle nicht in dissonante. Es gehören durchaus zwei bestimmte Töne, nicht zwei beliebige dazu, um konsonant oder dissonant zu sein.

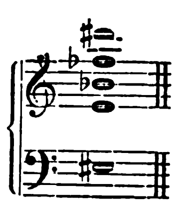
Nun kann man sich freilich dahin entschliessen und verständigen, den Namen Dissonanz nur für die Fälle und für alle die Fälle zu gebrauchen, wo Intermittenz stattfindet, auch selbst wenn es sich nur um Einen Ton handelt, wie dies z. B. der verdienstvolle Physiker Alfred Mayer in allzu konsequentem Festhalten an Helmholtz gethan hat.[1] Aber Niemand wird glauben, dass durch ein Dekret über den Gebrauch eines Wortes die sachliche Schwierigkeit aus der Welt geschafft wird. Der Musiker, der doch in erster Linie hier mitzureden hat, wird einfach sagen: das ist Eure Dissonanz, aber nicht meine.

Es giebt aber nicht bloss Schwebungen ohne Dissonanz, sondern auch Dissonanz ohne Schwebungen. So liefert die auf einem Resonanzkasten stehende Stimmgabel von 500 oder auch 490 mit der von 700 Schwingungen, oder die von 700 mit der von 1000 Schwingungen, oder die von 780 mit der von 1100 eine Dissonanz, ungefähr mit dem Tritonus zusammenfallend und als solcher kenntlich, ohne dass von Schwebungen, von Rauhigkeit etwas zu bemerken wäre. Nach Helmholtz sind die Schwebungen am merklichsten und schärfsten, wenn ihre Anzahl pro Sekunde (in mittlerer

[1] A. M. Mayer, Researches in Acoustics, *American Journ. of Science and Arts* VIII (1874) S. 252. Mayer folgert auch, dass in der dreigestrichenen Oktave das kleinste konsonante Intervall der Ganzton sei.

Tonlage) etwa 33 beträgt; sie wird dagegen völlig unmerklich, wenn über 132 in der Sekunde erfolgen; der Zusammenklang erscheint dann glatt.[1] Wohlan, hier müssten 200—300 in der Sekunde stattfinden, da die Zahl der Schwebungen gleich der Differenz der Schwingungszahlen ist. Sie können also nicht mehr merklich sein und sind es nicht. Auch Schwebungen der Obertöne sind ausgeschlossen, da solche Gabeln bei nicht zu starkem Anschlag nur eine schwache Oktave und kaum eine Spur der Duodezime enthalten, die Oktaven-Schwebungen aber die doppelte Frequenz hätten wie die der Grundtöne, also wieder jenseits der Merklichkeitsgrenze lägen.

Ich habe sogar einen dissonanten Fünfklang hergestellt, worin jeder Ton mit jedem anderen merklich dissonirt, ohne dass Schwebungen bemerklich wären. Er wird erzeugt durch fünf Gabeln auf Resonanzkästen, die auf folgende Schwingungszahlen (theilweise durch Laufgewichte oder aufgeklebtes Wachs) abgestimmt sind: 172, 330, 472, 676, 1230. In Noten wäre er, wenn $a^1 = 440$ gesetzt wird, ziemlich genau so zu schreiben:



Schwebungen der fünf Töne untereinander sind hier ausgeschlossen, weil die Schwingungszahlen zu weit voneinander abstehen (die kleinste Differenz 142 zwischen e^1 und b^1 liegt schon jenseits der von Helmholtz angegebenen und für diese Region

[1] Wundt meinte sogar, allerdings irrthümlich, dass die Grenze schon bei 60 läge. In der dreigestrichenen Oktave kann man noch bis zu 300, bei noch höheren Tönen bis über 400 Schwebungen als Spur von Rauhigkeit wahrnehmen. Vgl. *Tonpsych.* II, 462. Die damals bereits von zwei geübten Mitbeobachtern bestätigten Angaben sind inzwischen auch durch Dr. M. Meyer, als wir den damals benutzten Jenenser Apparat für höchste Töne nachprüften, richtig gefunden. Ich bemerke hier, dass die Unzuverlässigkeit dieses Apparates in Hinsicht der eingeschriebenen Schwingungszahlen, die wir dabei konstatirten (Wiedemann's *Annalen d. Physik*, N. F., Bd. 61, S. 774) sich nicht auf die hierbei in Frage kommenden, sondern nur auf die noch höheren Gabeln erstreckte.

zutreffenden Merklichkeitsgrenze).[1] Die durch den ersten Oberton der Gabeln entstehenden Schwebungen sind zwar an sich nicht völlig ausgeschlossen (Oktave von *cis* mit e^1, Oktave von e^1 mit fes^2), aber sie werden nur einigermassen bemerkbar, wenn die bezüglichen Intervalle einzeln angegeben werden, verschwinden dagegen in dem ganzen Zusammenklang oder sind dann nur bei sehr scharfem Horchen noch zu entdecken.[2] Will aber einer, um sein Gewissen zu beruhigen, auch diese letzten Erdenreste von Rauhigkeit noch tilgen, so braucht er nur e^1 wegzulassen, dann kommt kein Intervall mehr vor, bei welchem ein Oberton schweben könnte, zugleich wächst auch die Minimaldifferenz der Töne selbst auf 204 Schwingungen; es ist dann auch theoretisch und auf dem Papier alles ganz „reinlich und zweifelsohne".

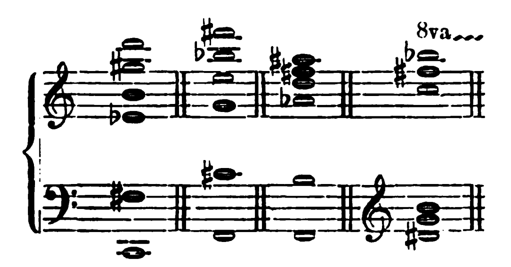
Dieser Zusammenklang ist also absolut glatt, und doch eine ausgesprochene Dissonanz, auch von abscheulicher Wirkung. Er ist schwebungsfreier als der konsonanteste Akkord der Musik in mittlerer Tonlage, und doch zugleich dissonanter als der dissonanteste Akkord der Musik. Schwebungsfreier als der konsonanteste: denn die Töne c^1 e^1 g^1

[1] Rudolf König hat allerdings angegeben, dass er mit elektromagnetisch erregten Gabeln noch bei sehr weiten Intervallen, die der Oktave, der Duodezime, der Doppeloktave nahelagen (wie sie hier also zwischen dem tiefsten Ton und den drei nächsten bestehen), Schwebungen beobachtet habe und dass jene Gabeln keine Obertöne besessen hätten; also direkte Schwebungen. Aber der Nachweis des letzteren Punktes scheint mir nicht überzeugend genug erbracht. Die elektromagnetischen Gabeln, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, gaben alle eine grosse Reihe von Obertönen. Als dagegen bei Resonanzgabeln oder bei Pfeifen die wenigen vorhandenen Obertöne durch Interferenzröhren ganz ausgelöscht wurden, verschwanden auch die Schwebungen jener weiten Intervalle vollständig (s. meine Abhandlung „Ueber die Ermittelung von Obertönen", Wiedemann's *Annalen der Physik*, N. F., Bd. 57, S. 660f. Dazu auch die Bemerkungen M. Meyer's, *Zeitschr. f. Psych.* XVI, S. 9. Diese Beiträge, 2. Heft, S. 33). Nach Helmholtz' Anschauung über das Zustandekommen von Schwebungen sind ohnedies bei so weiten Intervallen keine direkten Schwebungen möglich.

[2] Wie schwach die Obertöne von Resonanzgabeln und darum auch die durch sie veranlassten Schwebungen sind, geht schon daraus hervor, dass noch Helmholtz selbst solche Gabeln im Allgemeinen für obertonfrei hielt. Man muss auch, um ihre Obertonschwebungen deutlich hörbar zu machen, die tiefere Gabel (z. B. *cis*) sehr stark und die höhere (e^1) sehr schwach angeben, während in unserm Fall gleiche und nicht zu grosse Stärke vorausgesetzt ist.

z. B. machen untereinander immer noch 66 Schwebungen, und ebensoviele werden auch durch ihre kollidirenden Obertöne bei den gebräuchlichsten musikalischen Klangfarben erzeugt, so dass also eine noch recht merkliche Rauhigkeit entsteht. Dissonanter aber als der dissonanteste Akkord: denn die sog. dissonanten Akkorde enthalten immer auch konsonante Intervalle, während hier jeder mit jedem Ton dissonirt.

Freilich muss nun, was die Dissonanz und die üble Wirkung dieses speziellen Zusammenklangs angeht, der Leser, der nicht über die nöthigen Gabeln verfügt, mir und den Wenigen, die ihn gehört haben, Glauben schenken. Aber ähnliche Mehrklänge kann man doch in den meisten physikalischen, physiologischen, psychologischen Instituten durch Umstimmung vorhandener Gabeln erzeugen. Soll nicht gerade jeder Ton mit jedem anderen dissoniren, so kann man noch auf sehr viele Arten die ausgesprochensten dissonanten Vielklänge herstellen, die, mit nicht zu stark tönenden Resonanzgabeln ausgeführt, selbst für das feinhörigste und geübteste Ohr bei langem Hinhören kaum Spuren von Schwebungen zeigen und dennoch von jedem nicht gänzlich unmusikalischen Gehör schon im ersten Moment als dissonirend erkannt werden, z. B.



Die Töne aus der grossen und der dreigestrichenen Oktave kann man dabei, wenn die Gabeln fehlen, auch weglassen oder durch gedackte Pfeifen erzeugen, der Versuch wird immer überzeugend genug sein.

Ein besonderes Mittel, Dissonanz ohne Schwebungen herzustellen, und zwar auch schon bei Ganzton- und Halbtonintervallen, liegt in der Vertheilung zweier Stimmgabeln auf beide Ohren. Die Gabeln (diesmal nicht auf Resonanzkästen stehend) müssen einer bestimmten mittleren Tonregion angehören, von etwa 450 bis 1250 Schwingungen, am besten zwischen 800 und 1200. Bei den tieferen Gabeln wird der Ton

von jedem Ohr durch die Kopfknochen zu stark nach dem anderen Ohr geleitet, bei den höheren geht er durch die Luft hinüber. Aber nehmen wir z. B. 800 und 900 oder 900 und 960, so ist bei nicht zu starkem Anschlag nur bei gespannter Aufmerksamkeit noch etwas von den Schwebungen zu hören; jedenfalls ist die fast unmerkliche Rauhigkeit gar nicht zu vergleichen mit dem schrillen Eindruck, welchen beide Gabeln, vor einunddasselbe Ohr gehalten, erzeugen. Dennoch bilden auch die vertheilten Gabeln zweifellos eine Dissonanz und werden sofort von jedem musikalischen Ohr als solche aufgefasst. Nichts kann deutlicher zeigen, dass die Rauhigkeit nicht das Wesen der Dissonanz ausmacht, welche Bedeutung sie auch als accessorisches Moment haben mag. Nehmen wir vollends Töne, die um eine Septime oder None voneinander abstehen, z. B. e^1 und dis^2, d^2 und es^3, a^1 und b^2, wobei selbst vor einem Ohr nur ganz schwache Obertonschwebungen auftreten, so ist bei vertheilten Gabeln auch mit höchster Aufmerksamkeit keine Spur von Schwebungen mehr zu hören — und doch die ausgesprochenste Dissonanz.[1])

[1] Näheres *Tonpsych.* II, 458 und 470. Ich machte diese Beobachtung etwa 1875, und sie war für mich das erste zwingende Motiv, die HELMHOLTZ'sche Lehre aufzugeben. Wie ich später erfuhr, haben TERQUEM und BOUSSINESQ 1875 dieselbe Beobachtung gemacht und veröffentlicht, *Journal de Physique* IV, S. 199f. Diese Forscher gehen jedoch zu weit, wenn sie ohne Einschränkung den Wegfall der Schwebungen bei vertheilten Gabeln behaupten. Nur unter besonderen Umständen gelingt es, sie ganz zum Wegfall zu bringen. Frühere Beobachter, welche das Verhalten der Schwebungen bei vertheilten Gabeln untersuchten (zuerst DOVE 1839, dann FECHNER, MACH und andere), hoben sogar den Umstand, dass hierbei deutliche Schwebungen zu Stande kommen, viel mehr hervor, als dass sie so viel schwächer werden. Daher kommt es, dass man in diesen Versuchen nicht schon früher einen entscheidenden Einwand gegen HELMHOLTZ fand. Freilich würde im Grunde doch schon die bedeutende Abschwächung genügen, um die Folgerung zu ziehen; denn die Dissonanz wird eben nicht abgeschwächt.

In WUNDT's *Philosophischen Studien* VII, S. 630 findet man die vereinzelte Angabe von SCRIPTURE, dass ihm die Schwebungen zweier Gabeln von etwa 300 Schwingungen bei Vertheilung eher stärker als schwächer erschienen. Die Knochenleitung von Ohr zu Ohr sei hierbei ausgeschlossen, weil man bei Verschluss des einen Ohrs die an das andere Ohr gehaltene Gabel nicht hinüberhöre. Der Verfasser scheint damals nicht gewusst zu haben, dass man einen Schall, der auf beiden Ohren mit erheblich ungleicher Stärke gehört wird, ausschliesslich in das stärker affizirte Ohr zu verlegen pflegt. Vgl. K. L. SCHAEFER in der *Zeitschr. f. Psychol.* IV, 348.

Man kann auch umgekehrt eine Konsonanz, wie die durch die Gabeln von 620 und 775 Schwingungen gebildete grosse Terz, einmal mit vertheilten, das anderemal mit zusammengehaltenen Gabeln prüfen: sie erscheint beidemale in gleicher Weise konsonant, das erstemal aber ohne Schwebungen, das zweitemal mit einer sehr merklichen Rauhigkeit, die trotz der grossen Zahl der Schwebungen das Intervall unter diesen Umständen nach HELMHOLTZ' Definition in eine entschiedene Dissonanz umwandeln müsste.

Es sei noch erwähnt, dass ich auch bei subjektiven Tonempfindungen, wovon ich im Laufe der Jahre viele Hunderte von Fällen an mir beobachtet und notirt habe, oft genug zwischen einem Ton des rechten Ohres, welchen ich daselbst ziemlich konstant vernahm (*fis*³), und einem vorübergehend auftretenden Ton des linken Ohres oder auch einem gleichzeitig auftretenden Ton im rechten Ohre Dissonanz wahrnahm, auch das Intervall sogleich als Sekunde, None u. s. w. erkannte, ohne irgend welche Schwebungen. Auch in einem Falle von sogenanntem Doppelthören, wo nach Durchstechung des einen Trommelfells das kranke Ohr alle Töne der mittleren Region um einen ³/₄-Ton tiefer als das andere hörte, empfand ich jeden objektiven Ton aus dieser Region als eine bestimmt charakterisirte Dissonanz, ohne bei grösster Aufmerksamkeit von Schwebungen etwas bemerken zu können (*Tonpsych.* II, 460).

Nicht mit Unrecht hat ferner bereits v. OETTINGEN darauf hingewiesen, dass auch in der blossen Vorstellung die Dissonanz erhalten bleibt, während die Schwebungen getilgt sind. Wenigstens haften diese nicht nothwendig in der Erinnerung, während wir die beiden Töne selbst gar nicht in der Vorstellung reproduziren können, ohne dass ihre Dissonanz mitreproduzirt würde.[1] Physiologen mag dieses Argument zuerst weniger

---

[1] A. FAIST betont (*Zeitschr. f. Psych.* XV, 131), dass er in der Phantasie die Intervalle innerhalb der kleinen Terz ebenso mit Schwebungen höre wie in der Wahrnehmung, auch nicht fähig sei, ein Intervall beliebig mit langsamen oder schnellen Schwebungen vorzustellen, obgleich er nicht behaupten könne, dass die Schwebungen gerade in der Anzahl auftreten wie in der Wahrnehmung. Andere, die er ausgefragt, behaupteten allerdings, eine kleine Sekunde ohne Schwebungen vorstellen zu können.

Ich habe nun selbst nicht gesagt, dass „die Vorstellung der Schwebungen in die Phantasievorstellung nicht übergehe“, sondern nur, dass sie nicht

zwingend erscheinen; aber wenn man bedenkt, dass die blosse Vorstellung von Zusammenklängen bei Musikern einen solchen Grad der Lebhaftigkeit gewinnen kann, dass Komponisten und Partiturenleser im Stande sind, ohne wirkliches Hören die Wirkung der mannigfaltigen harmonischen Kombinationen eines Tonstücks sich vollkommen deutlich zu vergegenwärtigen, und wenn wir weiter bedenken, dass Vorstellungen ebensogut wie Empfindungen ihre physiologische Grundlage haben müssen, so wird man sich der Forderung nicht verschliessen können, dass eine ausreichende Definition der Konsonanz auch auf blosse Vorstellungen Anwendung finden muss, mindestens soweit sie eine derartige sinnliche Lebendigkeit besitzen.

Endlich kommt in Betracht, dass die Schwebungen, auch wo sie vorhanden und merklich sind, an Zahl und Stärke bei einunddemselben Intervall in den weitesten Grenzen variiren. Man braucht nur zu bedenken, dass das nämliche Intervall *d*—*e*, welches in der eingestrichenen Oktave 33 Schwebungen macht, in der zweigestrichenen 66, in der dreigestrichenen 132 liefert, und dass die Schwebungen bei 33 pro Sekunde nach HELMHOLTZ das Maximum der Rauhigkeit besitzen, bei 132 bereits überhaupt verschwinden. Nie und nimmer kann man vom musikalischen Standpunkt zugeben, dass die kleine Sekunde in der eingestrichenen Oktave einer anderen Dissonanzstufe angehöre als in der zweigestrichenen, und dass sie in der dreigestrichenen zur Konsonanz werde. Die grosse

---

nothwendig übergehe (*Tonpsych.* II, 139). Und dies steht durchaus fest. Man kann sich freilich auch Schwebungen in der Phantasie vorstellen, und wenn man eine Zeit lang viel auf Schwebungen bei kleinen Intervallen geachtet hat, so kann es auch dahin kommen, dass man diese Intervalle zunächst immer mit Schwebungen vorstellt. Aber diese Gewohnheit wird wieder verschwinden, wenn man sein Interesse wieder mehr den Tönen als solchen zuwendet und von den Nebenerscheinungen abwendet, wie dies beim wirklichen Musikhören der Fall ist. Die meisten Menschen wissen überhaupt nichts von Schwebungen, und wenn man sie, ohne ihnen vorher die Erscheinung sinnlich demonstrirt zu haben, fragt, ob sie an zwei Tönen, die sie sich bloss vorstellen, nicht ein eigenthümliches Rollen oder Schwirren wahrnehmen, so werden sie über die Frage nur verwundert sein.

Auch P. ROSTOSKY hätte sich hiernach meine Behauptung wohl erst genauer ansehen sollen, ehe er ein Ausrufungszeichen dahinter setzte (in G. MARTIUS' *Beiträgen zur Psychologie u. Philosophie* I, 2, S. 190).

Terz *c—e* macht in der kleinen Oktave ebenfalls 33 Schwebungen, sie müsste also hier als die ausgesprochenste Dissonanz erscheinen, und weiterhin würde sich bei ihr, wenn wir von da um zwei Oktaven in die Höhe gehen, derselbe Umwandlungsprozess zeigen wie bei der kleinen Sekunde.

Endlich selbst wenn wir in einunddderselben Oktave bleiben, ist die Rauhigkeit des nämlichen Intervalls immer noch je nach der gewählten Klangfarbe verschieden, während sein Konsonanz- oder Dissonanzgrad davon unabhängig ist. Die Beobachtungen an einfachen Tönen, die wir anführten, bilden nur den Grenzfall all der Veränderungen, die von den schärfsten (obertonreichsten) bis zu den mildesten (obertonärmsten) Klangfarben hinführen. Hierbei kann das nämliche Intervall auf der nämlichen Tonstufe alle Rauhigkeitsgrade vom Maximum bis zu Null durchmachen, indem die Obertonschwebungen successive hinwegfallen, — der Dissonanz- oder Konsonanzgrad bleibt unverändert.

Helmholtz führt als einen besonders starken Beweis seiner Lehre den Umstand an, dass die „herbsten und kühnsten Dissonanzen bei einfachen Tönen (gedackter Pfeifen) gleichmässig weich und wohlklingend, eben deshalb auch unbestimmt, langweilig, charakterlos werden“ (S. 337). Er sagt ferner, dass „zwei gedackte Pfeifen, deren Intervall zwischen grosser und kleiner Terz liegt, eine ganz ebenso gute Dissonanz geben als wenn das Intervall genau einer grossen oder genau einer kleinen Terz entspräche“ (S. 332). Auch Mach erwähnt dies einmal als ein „sehr schönes Experiment“. Der Musikprofessor L. A. Zellner, ein bewanderter Akustiker, stellte in seinen am Wiener Konservatorium gehaltenen Vorträgen die gleiche Behauptung sowohl für Terzen als für Sexten auf, gestützt auf Versuche an angeblasenen Flaschen, die noch einfachere Töne geben als die gedackten Pfeifen; ja er behauptet, dass wir nicht im Stande seien zu sagen, ob das Intervall zu gross oder zu klein ist.[1]

Dieses letztere ist nun zunächst total unrichtig. Ich kann nicht glauben, dass Zellner den Versuch systematisch angestellt hat. Im ersten Moment mag einer durch die ungewohnte Klangfarbe überrascht werden; aber dass das Intervall in Bezug auf die Richtung seiner Verstimmung unerkennbar würde, davon

---

[1] Zellner, Vorträge über Akustik 1892, II, S. 53.

kann nicht die Rede sein. Man kann es sogar sehr gut und sehr sicher beurtheilen. Am beweiskräftigsten sind hier nicht einzelne Versuche, deren Ergebniss immerhin Zufall sein könnte, sondern Versuchs r e i h e n. In ausgedehnten Versuchsreihen im Berliner Psychologischen Seminar[1], wobei auf Resonanzkästen stehende Stimmgabeln benutzt wurden, deren Ton an Einfachheit den Flaschentönen gleichkommt, konnte von einem guten Gehör bei grossen Terzen der mittleren Region (480 : 600) mit gleichzeitiger Angabe beider Töne eine Vertiefung von 4 Schwingungen in 82 % der Fälle richtig erkannt werden, und zwar als Verkleinerung, nicht bloss als Verstimmung überhaupt. Das zwischen einer grossen und kleinen Terz in der Mitte liegende Intervall aber würde einer Verstimmung von 12 Schwingungen entsprechen. Eine solche wird nach obigem Ergebniss von geübten Ohren unfehlbar als Verstimmung erkannt. Schwebungen sind bei diesen Versuchen nicht als Anhaltspunkt benutzt worden; sie würden dem Urtheilenden ohnedies auch keine Auskunft darüber geben, ob die Verstimmung in einer Verkleinerung oder Vergrösserung des Intervalls besteht.

Helmholtz stellt nun allerdings seine Behauptung nur auf hinsichtlich des G e f ü h l s w e r t h e s, während er ausdrücklich zugiebt, dass ein geübtes Ohr solche Intervalle immerhin als „fremd und ungewohnt" erkennen würde. Aber er sagt uns nicht, woran das Ohr die Abweichung erkennt, wenn die Schwebungen weggefallen sind. Ausserdem hat die Langweiligkeit und Charakterlosigkeit der Mehrklänge aus einfachen Tönen ihren Grund nicht bloss in den fehlenden Schwebungen, sondern auch und vorzugsweise darin, dass schon einzelne Klänge aus einfachen Tönen b e i l ä n g e r e m H ö r e n zu matt wirken. Auf die Frage: „Was ist langweiliger als eine Flöte?" antwortete bekanntlich Rossini: „Zwei Flöten!" Handelt es sich aber nicht um die Ausführung eines ganzen Stückes, sondern um einen isolirten Akkord, so klingt im Gegentheil ein reingestimmter Dreiklang aus einfachen Tönen ganz entzückend schön und wird auch in Hinsicht des Gefühlswerthes sehr bestimmt von dissonanten oder verstimmten Akkorden unterschieden.

Wir bestreiten im Uebrigen nicht, dass die Schwebungen von Einfluss sind auf die Annehmlichkeit bezw. Unannehmlichkeit

---

[1] S. den Bericht in einem der nächstfolgenden Hefte.

des Zusammenklangs. Man wird dies namentlich bei den schärferen Farben der Zungeninstrumente, wie bei dem Harmonium, welches Helmholtz mit Vorliebe zu seinen Studien benutzte, in mannigfacher Weise bestätigt finden. Derselbe Durakkord ist viel angenehmer in der Höhe als in der grossen Oktave, ja er kann hier geradezu unangenehm werden, indem wir vor dem lauten Schnattern der schwebenden Zungen fast den Eindruck der Töne selbst verlieren. Ebenso ist der Molldreiklang in allen Regionen in dieser Beziehung merklich weniger angenehm als der Durdreiklang. In der Tiefe wird durch den ungleichen Rhythmus der Schwebungen der beiden Tonpaare *C—Es* (13 Schwebungen) und *Es—G* (19 Schwebungen) die Verwirrung vermehrt. Bei hoher Lage entstehen Differenztöne, welche untereinander Stösse geben. Viel andere Unterschiede solcher Art hat Helmholtz auch bei anderen Klangfarben verfolgt.

Solche Einflüsse von Seiten der Schwebungen wollen wir also nicht leugnen. Allein erstlich läuft der Grad der Rauhigkeit nicht schlechthin dem Grade der Unannehmlichkeit parallel: giebt doch, wie Helmholtz selbst bemerkt, eine gewisse Rauhigkeit schon dem einzelnen Klang etwas Markiges, das wir ungern vermissen. Zweitens ist die Annehmlichkeit eines Zusammenklanges ausser von diesem Faktor noch von sehr vielen anderen abhängig, nicht am wenigsten von dem augenblicklichen Zusammenhang. Und selbst wenn die verschiedenen Unannehmlichkeits-Grade durch die verschiedene Betheiligung der Schwebungen ausreichend erklärt werden könnten, so würde, wie Lotze richtig bemerkt hat, das ganz positive Lustgefühl an einem reinen Dreiklang durch den blossen Mangel von Schwebungen noch nicht erklärt sein. Ein Mangel an Schwebungen ist am entschiedensten vorhanden, wenn wir gar nichts hören. Endlich darf man den Grad der Annehmlichkeit überhaupt nicht mit dem Grad der Konsonanz verwechseln. Da wir auf diesen Unterschied nachher (3. Kap.) noch zu sprechen kommen, mag hier nur darauf verwiesen sein.

Selbstverständlich behalten die Schwebungen auch ihre Wichtigkeit als das feinste Mittel, Abweichungen von der Reinheit eines Intervalls zu erkennen, vorausgesetzt, dass Zeit genug gegeben ist, sie zu beobachten; — weshalb sie ebenso wie die Differenztöne und in Verbindung mit ihnen längst vielfach auch

in der musikalischen Praxis zu Abstimmungen benutzt wurden. Auch die Schwebungen der Obertöne dienen demselben Zweck. Aber ein nützliches Hülfsmittel des geschulten Ohres zur Feststellung von Abweichungen braucht darum nicht zugleich das Merkmal zu sein, durch welches das musikalische Ohr überhaupt ein bestimmtes Intervall nach Konsonanz oder Dissonanz unterscheidet.

2. Die Definition durch das Zusammenfallen von Theiltönen.

Das zweite Merkmal der Konsonanz bei HELMHOLTZ, das Zusammenfallen von Theiltönen, welches, wie wir sahen, nur bei aufeinanderfolgenden Tönen wirksam werden kann, versagt auch hier sofort, wenn wir Töne wählen, die entweder überhaupt keine Obertöne oder wenigstens nicht diejenigen besitzen, die zusammenfallen sollen. Gewisse Instrumente, wie die Klarinette, haben nach HELMHOLTZ nur ungeradzahlige Theiltöne. Wenn nun ein solches Instrument den tieferen Ton einer grossen Terz, ein beliebiges anderes Instrument aber den höheren angiebt, so kann der fünfte Theilton des ersten Klanges, da er nicht vorhanden ist, auch nicht mit dem vierten des zweiten Klanges zusammenfallen, wie dies für die grosse Terz erforderlich sein soll. Dennoch trägt das Intervall seinen eigenthümlichen Konsonanzcharakter und wird als grosse Terz erkannt. Hat man Bedenken, ob der fünfte Theilton vollständig genug ausgeschlossen sei, so lässt sich durch Interferenzröhren dafür sorgen. Wir können aber auch Stimmgabeln auf Resonanzkästen wählen, die weder den vierten noch den fünften Theilton besitzen. Ebenso konnte ich es wieder bei subjektiven Tönen vielfach beobachten, die zweifellos völlig einfach sind.

HELMHOLTZ, dem wir die Einführung der Resonanzgabeln in die Akustik verdanken, hat sicherlich selbst bemerkt, dass der Unterschied hier nicht verschwindet. Doch mochte er auch hier wenigstens eine geringere Sicherheit des Urtheils annehmen oder an einen Ausweg denken, den Spätere öfters versucht haben: dass nämlich unser Urtheil über Konsonanz und Dissonanz bei einfachen Tönen auf der Erinnerung an die zusammengesetzten Töne beruhe. c^1—e^1 der Stimmgabeln ruft mir etwa das gesungene c^1—e^1 oder das der Violine ins Gedächtniss,

und nach diesen erkenne ich auch die Stimmgabeltöne als Terzenintervalle und als konsonant.

Aber zunächst die geringere Sicherheit entspricht wieder nicht den Thatsachen. Bei den schon erwähnten Versuchen im Berliner Psychologischen Seminar sind auch vergleichende Reihen in dieser Hinsicht angestellt worden, indem das nämliche Intervall und die nämliche Verstimmung einmal mit nahezu einfachen, ein anderesmal mit obertonreichen Klängen vorgelegt wurden. Es hat sich herausgestellt, dass umgekehrt die Urtheile im letzteren Fall schlechter oder zum mindesten unregelmässiger ausfielen, indem die unvermeidlichen kleinen Verschiedenheiten der Klangfarbe, die auch beim Gebrauch einunddesselben Instruments einzelnen Klängen nothwendig anhaften, das Urtheil über so feine Höhenverschiedenheiten stören. Wie sehr auch der Experimentator die Klangfarbenunterschiede auszugleichen trachtet, ganz gelingt es selten, während sie bei den einfachen Tönen von vornherein beseitigt sind.

Der Ausweg aber, dass das Urtheil über die Konsonanz einfacher Töne auf der Erinnerung an zusammengesetzte beruhe, ist vollkommen illusorisch. Wenn Konsonanz nur durch Obertöne zu Stande kommt und die gegenwärtigen Töne keine Obertöne besitzen, so ist die einzig mögliche Konsequenz, dass sie eben nicht konsoniren; und je genauer der Hörer beobachtet, um so genauer muss er dies erkennen. Die Erinnerung daran, dass zwei andere Klänge von gleichen Grundtönen seinerzeit konsonirten, kann mir die Nichtkonsonanz der gegenwärtigen durch den Kontrast nur stärker zum Bewusstsein bringen. Eine Speise, der das Salz mangelt, wird man niemals bloss der Erinnerung oder Gewöhnung wegen als eine wohlgesalzene bezeichnen, im Gegentheil, je stärker die Gewohnheit und je lebhafter die Erinnerung, um so deutlicher der gegenwärtige Mangel. Oder sollen wir gar auch die fehlenden Obertöne aus der Erinnerung hinzudenken? Ist es schon nicht leicht, Obertöne wahrzunehmen, wenn sie vorhanden sind, so überschreitet es sicherlich die Fähigkeit musikalischer Individuen gewöhnlichen Schlages, sie auch noch, wo sie fehlen, hinzuzudenken, und zwar in hinreichender Schnelligkeit, um dem Urtheil als Grundlage zu dienen, welches in der Regel momentan mit der Erscheinung gegeben ist. Und wie vollends soll man aus der Erinnerung erkennen, ob die gegenwärtige Konsonanz (die nach dieser Lehre

eine blosse Scheinkonsonanz wäre) eine vollkommen reine ist oder um einen so winzigen Bruchtheil von der Reinheit abweicht, wie man ihn noch faktisch erkennt? Die Selbstbeobachtung zeigt auch auf's deutlichste, dass wir in solchen Fällen die gegenwärtigen einfachen Töne ohne derartige Umschweife beurtheilen, und alle Beobachter stimmen ausnahmslos darin überein.[1]

---

[1] E. Mach stellte eine Hülfshypothese auf, die hauptsächlich zur Lösung einer anderen Schwierigkeit bestimmt war, aber auch die eben erwähnte mitbeseitigen sollte (*Beiträge zur Analyse der Empfindungen* 1886, S. 131 f.). Die Hauptfrage ist für Mach, wie man nach Helmholtz schon bei Klängen mit Obertönen ein bestimmtes Intervall als solches erkennen soll. Wenn die grosse Terz einmal auf *c*, ein andresmal auf *f* angegeben wird, so muss etwas Gemeinschaftliches in beiden Fällen sein, das uns beidemale die Tonkombination als grosse Terz erkennen lässt. Nach Helmholtz liegt es in dem Zusammenfallen des 4. Theiltons des höheren mit dem 5. des tieferen Klanges. Aber dieser koinzidirende Theilton, sagt Mach, ist im einen Fall e^2, im anderen a^2. Was ist also den beiden Terzen für unsere Empfindung gemeinschaftlich?

Mach glaubt „Zusatzempfindungen" oder „Zusatzfärbungen" annehmen zu müssen, die dadurch entstehen, dass eine bestimmte Faser der Basilarmembran der Schnecke in Folge der Gesetze der Resonanz nicht bloss auf einen ihrer Eigenschwingung konformen Ton n, sondern auch auf $2n$, $3n$ . . ., sowie auf $n/_2$, $n/_3$ . . . reagirt. Jenachdem sie nun durch n oder durch $2n$, $3n$ etc. in Erregung versetzt wird, ist nach Mach's Vermuthung die Empfindung zwar der Tonhöhe nach dieselbe, aber sonst irgendwie anders „gefärbt".

Für die grosse Terz sind nun charakteristisch die Zusatzempfindungen Z_4 und Z_5, sowie $Z_{\frac{1}{4}}$ und $Z_{\frac{1}{5}}$ (man versteht die Bezeichnungen ohne weitere Erläuterung), und sie müssen hervortreten, auch wenn die bezüglichen Klänge gar keine Obertöne enthalten, werden aber allerdings stärker sein, wenn solche vorhanden sind. Dadurch böte die Hülfshypothese zugleich einen Ausweg für die im Text besprochene Schwierigkeit bei einfachen Tönen.

Aber leider erscheint sie, genauer betrachtet, überhaupt nutzlos.

Da jeder beliebige Ton n nach Mach alle Fasern $2n$, $3n$, . . . $n/_2$, $n/_3$ . . . erregt, so werden durch jeden beliebigen einzelnen Ton auch schon alle Zusatzfärbungen hervorgerufen, und durch die Kombination je zweier beliebiger Töne, einerlei in welchem Intervall sie stehen, müssen auch die Zusatzfärbungen Z_4, Z_5, $Z_{\frac{1}{4}}$, $Z_{\frac{1}{5}}$ neben allen übrigen doppelt (verstärkt) hervorgerufen werden. Das Einzige, was die grosse Terz von anderen Intervallen unterschiede, wäre, dass hier Z_4 und Z_5, sowie $Z_{\frac{1}{4}}$ und $Z_{\frac{1}{5}}$ durch gleichzeitige Reizung einunddderselben individuellen Membranfaser erzeugt werden. Aber dies ist ein rein physischer Umstand, und es wird von Mach in keiner Weise angedeutet, wie er sich in der Empfindung kundgeben sollte. Gerade dies aber wollte Mach zeigen; er be-

Eine weitere Schwierigkeit liegt nun auch bei der Obertondefinition wie bei der Schwebungsdefinition darin, dass die Zusammensetzung der Klänge bei gleichen Grundtönen aufs Mannigfaltigste wechselt, während der Grad der Konsonanz derselbe bleibt. Nach jener Lehre müssten folgerichtig zwei Grundtöne, welche für die Violine noch konsoniren, wie c^1 und cs^1, für die Flöte schon dissoniren. Auch auf einem und demselben Instrument sind die Obertöne bei tiefen Klängen stärker, bei hohen schwächer: also sind auch die zusammenfallenden Obertöne dort stärker, hier schwächer, und es müsste die Sexte, ja Septime in der Tiefe denselben Konsonanzgrad haben, den in der Höhe die Oktaven besitzen. Eine stärkere Tongebung, eine veränderte Art des Anblasens, ein Drehen des Kopfes von Seiten des Hörenden, ein Schritt rückwärts oder vorwärts genügt, um wesentliche Verschiebungen in der relativen Stärke der Obertöne zu erzeugen: alle diese Umstände müssten den Konsonanzgrad eines Intervalls verändern. Endlich giebt es doch auch Klänge, und zwar in der Musik vielgebrauchte, in welchen der siebente, neunte, ja elfte und noch höhere disharmonische Theiltöne eine vorzügliche Stärke besitzen (selbst bei guten Flügeln wird man dies beobachten): bei diesen müssten folgerichtig die Septime, None und erhöhte Undezime fast eben so vollkommene Dissonanzen darstellen wie bei anderen Instrumenten die Oktave.

---

tont nachdrücklich, dass ein bloss physisches Verhalten ohne entsprechende Modifikation der Empfindung uns keine Aufklärung giebt.

Seine Hülfshypothese verfehlt also ihren Zweck; abgesehen davon, dass sie ein ganz neues nicht direkt gegebenes Empfindungsmoment einführt, und dass die Resonanzhypothese selbst, auf die sie gebaut ist, nicht wohl mehr zu halten sein wird.

Bei Klängen mit Obertönen würde übrigens die von Mach erwähnte Schwierigkeit für Helmholtz, soviel ich sehe, nicht einmal vorhanden sein. Das wodurch das Terzintervall sich von anderen unterscheidet, ist nach Helmholtz ein bestimmter Grad der durch die Theiltöne gegebenen Aehnlichkeit, den wir wahrnehmen können, auch wenn wir die Theiltöne nicht für sich wahrnehmen, und der in gleicher Weise vorhanden ist, mag der koinzidirende Theilton e^2 oder a^3 sein. Der Aehnlichkeitsgrad ist nur abhängig von der Stärke der koinzidirenden Theiltöne, und diese nimmt (bei einer sozusagen idealen Klangzusammensetzung wenigstens) ab mit ihrer Ordnungszahl.

Die Schwierigkeit würde also, scheint mir, für Helmholtz doch nur bei einfachen Tönen bestehen und fällt dann mit der im Text diskutirten zusammen.

Kurz die Klangfarbe ist bei dem gleichen Intervall äusserst veränderlich, der Konsonanzgrad aber konstant. Beides kann daher nicht aus einunddemselben Prinzip erklärt werden, und gerade die glückliche Erklärung der Klangfarbe, die HELMHOLTZ für alle Zeiten der Akustik errungen hat, macht seine Erklärung der Konsonanz aus demselben Prinzip zur Unmöglichkeit.

Also auch diese zweite Definition ist aufzugeben. Dennoch soll auch hier das thatsächlich Richtige nicht übersehen werden. Bei aufeinander folgenden Klängen wird in der That durch die gemeinschaftlichen Theiltöne, wo sie eben vorhanden und stark genug sind, eine Art von Verwandtschaft hergestellt. Bei der Oktave wenigstens ist dies nicht zu leugnen. Wenn uns der höhere Oktaventon dem tieferen ähnlich zu sein scheint, so ist bei zusammengesetzten Klängen sicherlich der Umstand mit daran Schuld, dass der hohe im tiefen schon als Theil enthalten ist. Als allgemeines Erklärungsprinzip unbrauchbar, ist die Verwandtschaft durch Obertöne doch unter besonderen Umständen und für einzelne Erscheinungen, auf die wir im Zusammenhang der Theorie (6. Kap.) geführt werden, heranzuziehen, und es ist HELMHOLTZ' Verdienst, darauf hingewiesen zu haben.

Zweites Kapitel.

Die Definitionen durch das Unbewusste.

1. Sollen wir nun, da HELMHOLTZ' Lehre aufgegeben werden muss, etwa zu LEIBNIZ und EULER zurückkehrend die unbewusste Wahrnehmung einfacher Schwingungsverhältnisse als Grund der Konsonanz und die Musik selbst als eine „unbewusste Uebung der Seele in der Arithmetik" definiren?

HELMHOLTZ, der EULER's Theorie wegen der Uebereinstimmung ihrer Ergebnisse mit den seinigen rühmend erwähnt, vermisst doch den Nachweis, „wie die Seele eines nicht in der Physik bewanderten Hörers, der sich vielleicht nicht einmal klargemacht hat, dass Töne auf Schwingungen beruhen, es anstellt, um die Verhältnisse der Schwingungszahlen zu erkennen und zu vergleichen" (S. 27, 375 f.). Neuere Philosophen haben

aber bekanntlich in der Annahme unbewusster Erkenntnisse keine Schwierigkeit gefunden, und Helmholtz sprach selbst anderwärts von unbewussten Schlüssen, wenn er auch die Prämissen dieser Schlüsse durch die Erfahrung gegeben sein liess. So erscheint es nicht ganz überflüssig, das Bedenkliche dieser Erklärungsweise im vorliegenden Fall etwas näher auseinanderzusetzen, zumal eine nur wenig modifizirte Form derselben, die wir sogleich (2) erwähnen, auch gegenwärtig noch Freunde findet.

Man sieht zunächst nicht ein, warum das unbewusste Zählen so unterhaltend sein soll. Denn das bewusste pflegt man im allgemeinen nicht zu den höchsten Kunstgenüssen zu rechnen. Am wenigsten sollte man sich davon versprechen, wenn es sich immer nur bis 5 erstreckt, und dieses glaubt Leibniz annehmen zu sollen, da alle primären Konsonanzen durch die Zahlen bis zu 5 gegeben seien (die kleine Terz 5 : 6 und die kleine Sext 5 : 8 lassen sich als Umkehrungen der grossen Sext 3 : 5 und der grossen Terz 4 : 5 fassen).[1]

Man sieht ferner nicht ein, warum die Grenze der Konsonanz gegen die Dissonanz so niedrig liegt und die Uebung in der Arithmetik so langsam fortschreitet, dass man in vielen tausend Jahren höchstens um eine Einheit weitergekommen ist (wenn wir hierbei an die Einführung der Terzen unter die Konsonanzen denken wollen). Dieser geringe Fortschritt muss namentlich bei so grossem Vergnügen an der Sache Wunder nehmen.

Ebenso ist nicht einzusehen, warum ganz schwache Verstimmungen vor Konsonanzen unbemerkt bleiben, während die

---

[1] Man könnte hier einen Widerspruch bei Leibniz finden wollen, insofern doch die Schwingungen selbst, die in diesen kleinen Zahlenverhältnissen stehen, viele Tausende in der Sekunde betragen können, also das unbewusste Zählen doch höher hinaufreichen müsse. Aber man wird eben voraussetzen müssen, dass das Zählen hier nur in den kleinsten Zeittheilen stattfindet, innerhalb deren sich das Schwingungsverhältniss noch zwischen ganzen Schwingungen geltend macht, also z. B. bei der Terz von 4000 : 5000 Schwingungen innerhalb $^1/_{1000}$ Sekunde; denn in diesem Zeitraum kommen immer 4 Schwingungen des tieferen auf 5 des höheren Tones. Hiernach würde sich also auch durch die Untersuchung der höchsten noch als Terzen erkennbaren Töne das Geschwindigkeitsmaximum für das unbewusste Zählen experimentell bestimmen lassen. Jedenfalls würde es in dieser Hinsicht das bewusste Zählen ebenso übertreffen als es in Hinsicht seiner Ausdehnung dahinter zurückstände.

Zahlenverhältnisse hier gerade am komplizirtesten sind; jedenfalls bedarf es hier einer Hülfshypothese.

Ferner sollte man doch erwarten, dass wir auch bei den Schwingungen des Lichtes die Zahlenverhältnisse unbewusst erkennen und an den nämlichen einfachen Verhältnissen die nämliche Freude haben müssten. Aber bei den Farben sind diese Schwingungsverhältnisse, wenn wir sie künstlich herstellen, keineswegs in gleicher Weise ausgezeichnet und merkliche Abweichungen davon uns nicht weniger angenehm als die reinen Verhältnisse selbst, während kleine merkliche Abweichungen bei den Tönen gerade das höchste Missfallen erregen, mehr als die eigentlichen Dissonanzen.[1] Dass man überhaupt erst ausrechnen muss, wo Konsonanzen liegen müssten, beweist schon, dass ein der Konsonanz vergleichbares sinnliches Phänomen hier nicht vorliegt und die sogenannte Farbenharmonie auf ganz anderen Faktoren beruht. Sucht man diesen Unterschied etwa dadurch zu erklären, dass im optischen Nerven aus den Schwingungen eine gleichmässige, einheitliche Erregung entsteht, so müssten wir fragen, woher man denn weiss, dass im akustischen Nervenprozess die Periodizität der Tonschwingungen erhalten bleibt.[2] Das Unbewusste dürfte hier wie dort nur in den peripherischen Sinnesorganen, nicht in dem Nerven selbst Gelegenheit haben, seinem Zählvergnügen zu fröhnen. Aber es mag ja selbst wissen,

---

[1] Prof. F. W. Unger in Göttingen hat (1854) Tafeln herausgegeben, auf welchen die Regenbogenfarben in Kreissektoren aufgetragen waren. Diesen Tafeln waren eine Reihe von schwarzen Scheiben beigefügt, auf welchen je zwei oder drei Sektoren ausgeschnitten waren. Bedeckte man mit einer solchen Scheibe die farbige Tafel, so erhielt man ein Farbenintervall oder einen Farbendreiklang. Ich bin im Besitze dieser Einrichtung, muss aber sagen, dass der sogenannte „übermässige Dreischein" (der dem übermässigen Dreiklang *c—e—gis* entspricht) nicht unangenehmer ist als der „harte Dreischein" (der dem Durdreiklang *c—e—g* entspricht).

[2] In der neueren Physiologie wird fast einstimmig das Gegentheil angenommen. Nur Wundt hat den Versuch gemacht, die Existenz zentraler Schwebungen nachzuweisen, welche bei vertheilten Gabeln zu Stande kommen sollen und auf einer Fortpflanzung periodischer Erregungen im Akustikus beruhen müssten. Aber diese Schwebungen vertheilter Gabeln entstehen, wie oben erwähnt, durch die Knochenleitung von Ohr zu Ohr. Einer vereinzelten Angabe aus dritter Hand über Schwebungen bei sogenanntem Doppelthören muss ich auf Grund eigener Beobachtungen aufs Bestimmteste widersprechen (vgl. *Tonpsych.* II, 458 f.).

warum es bei den Farben darauf verzichten muss. Vielleicht wohnt es in der Trommelhöhle, im Augapfel aber nicht, vielleicht gehen ihm auch die Aetherschwingungen zu schnell vorüber.

Wenn wir ein Rechteck von dem Seitenverhältniss 4 : 5 mit einem von dem Verhältniss 4 : 5,2 (= 10 : 13) vergleichen: warum sollte nicht auch hier eine unbewusste Messung und eine Freude am einfacheren, ein Missfallen am komplizirteren Zahlenverhältniss stattfinden? Aber die beiden Rechtecke machen keinen ästhetisch verschiedenen Eindruck.

Unsere ersten Bedenken fallen nun allerdings speziell für Euler hinweg, da er unter den unbewusst erfassten Zahlverhältnissen auch solche wie 1 : 512 anführt und eine bestimmte Grenze der Zählfähigkeit überhaupt nicht statuirt.[1] Aber nirgends besser als in der Musikschrift des grossen Mathematikers zeigt sich, in welches uferlose Meer eine solche Betrachtungsweise führt. Er bildet 10 Klassen von Zusammenklängen, je nach der Einfachheit der Verhältnisse, von welcher die Leichtigkeit der Perzeption und die Wohlgefälligkeit abhängig sein soll. Die Einfachheit des Verhältnisses selbst lässt er im allgemeinen gegeben sein durch die Grösse des gemeinschaftlichen Dividenden der beiden Zahlen.[2] Hiernach führt er z. B. die grosse Dezime erst in der sechsten Klasse ein, dagegen das Verhältniss 1 : 9, die um drei Oktaven erweiterte grosse Sekunde, schon in der fünften, sie wäre also konsonanter als die Dezime! Die grosse Terz erscheint gar erst in der siebenten Klasse und hier gemeinschaftlich mit 1 : 15 (der um drei Oktaven erweiterten grossen Septime), mit 1 : 27 und mit 1 : 36! So kommt er in die schärfsten Konflikte mit den Aussagen des musikalischen Bewusstseins. Man wird dabei an Rousseau's bitteres Wort gemahnt: „Es giebt keine Absurdität, für die bei der Untersuchung der schönen Künste nicht die Physik Veranlassung war". Die Mathematik kann man

---

[1] Tentamen novae theoriae musicae 1739. Euler spricht allerdings nicht von unbewusster Wahrnehmung, aber er gebraucht den Ausdruck percipere im Sinne von Leibniz, auf dessen Philosophie die seinige gebaut ist, und man weiss, dass Perzeption im Gegensatz zu Apperzeption bei Leibniz das unbewusste Wahrnehmen bedeutet.

[2] Hierüber sind schon verschiedene willkürliche Festsetzungen möglich, und Euler selbst bedient sich noch einiger Hülfsprinzipien, die ihm erlauben, z. B. 1 : 3 und 1 : 4 unter dieselbe Klasse und 1 : 15 zwei Klassen tiefer als 1 : 16 zu rechnen.

getrost hinzufügen. Sonst heisst es freilich: nil tam absurdum quod non dixerit philosophus — und ganz unschuldig ist diesmal die Philosophie auch nicht.

Man kann also mit einer solchen Hypothese alles und nichts erklären. Man kann Ergebnisse ableiten, die mit der Erfahrung stimmen, und solche, die mit ihr in schreiendem Widerspruch stehen, je nachdem man eben die Hypothese selbst formt, dehnt und knetet. Und sie lässt sich kneten nach Belieben, da man über die Fähigkeiten des unbewussten Denkapparats annehmen kann, was man will.

2. Aehnliche Bedenken stehen nun auch der Lehre von der unbewussten Wahrnehmung des Schwingungsrhythmus entgegen, in welcher (abgesehen von älteren Autoren, die theilweise bloss die Analogie, theilweise aber auch schon die Identität von Rhythmus und Harmonie betont haben) neuerdings OPELT, G. ENGEL, LIPPS u. A. die Lösung des Räthsels finden.[1]

Diese Lehre unterscheidet sich, so viel ich sehe, von der eben erwähnten dadurch, dass es nicht die abstrakten Zahlenverhältnisse, sondern die periodische Koinzidenz der empfundenen Impulse ist, auf welcher die Befriedigung bei Konsonanzen beruht. Wir können auch zwei Haufen von Aepfeln, die an verschiedenen Orten liegen und keine sonstige Beziehung zu einander haben, abzählen und das Verhältniss der beiden Mengen gleich

---

[1] F. W. OPELT, Allgemeine Theorie der Musik, auf den Rhythmus der Klangwellenpulse gegründet, 1852. G. ENGEL, Aesthetik der Tonkunst, 1884. TH. LIPPS, Psychologische Studien, 1885, S. 92f.

Vgl. ferner BINDSEIL, Akustik (1839) und ZAMMINER, Musik und musikal. Instrumente (1855, S. 116f.). Auch JEAN PAUL sagt (LEVANA, Reclam S. 100): „Die Musik ist .... ein unsichtbarer Tanz, wie dieser eine stumme Musik." Aus dem Alterthum z. B. PORPHYR's Kommentar zu PTOLEMAEUS' Harmonik, S. 220 (nach DIONYSIUS).

MORITZ HAUPTMANN (Natur der Harmonik und Metrik, 1853) zieht zwar sehr vielfältige Parallelen zwischen Rhythmus und Harmonie, aber seine Erklärungen über die Grundintervalle, Oktave, Quinte und Terz (S. 22), würden, wenn man sie psychologisch fassen wollte, mehr auf die Theorie des unbewussten Zählens hinauslaufen. Freilich sind sie wesentlich metaphysisch gedacht. Gelegentlich flicht jedoch HAUPTMANN eine Erklärung ein, welche vollkommen deutlich auf das Merkmal hinweist, das wir selbst unten vertreten wollen. S. 44 sagt er: „Der Charakter des Konsonanten ist das bestimmte Zusammenklingen in der Harmonie, der des Dissonanten das bestimmte Auseinanderklingen."

4 : 5 finden, ohne davon besonders gerührt zu sein. Nicht also darauf kommt es an — sagt man —, dass zwei Mengen in solchem Zahlenverhältniss stehen und dass wir dies unbewusst erkennen, sondern dass in unserem Ohr die Maxima zweier gleichzeitiger Tonwellen periodisch zusammenfallen und dass wir diese periodische Koinzidenz unbewusst empfinden. Bei der Oktave kommen auf je einen Stoss des tieferen zwei des höheren Tones u. s. w.

Lipps hat der Lehre den bestformulirten Ausdruck gegeben. Aus der Diskontinuität der Tonreize, die sich bei den tiefsten Tönen in der Empfindung merklich mache, folgert er, dass alle Tonempfindungen (bezw. die den bewussten Empfindungen zu Grunde liegenden „seelischen Gebilde") nothwendig diskontinuirlich und von gleichem Rhythmus wie die objektiven Schwingungen seien. Sollen wir nun bei langsameren Rhythmen, deren Schläge wir noch getrennt vernehmen, mehrere Rhythmen zugleich auffassen, so ist uns dies schwerer und weniger angenehm, wenn sie in komplizirten als wenn sie in einfachen Verhältnissen zueinander stehen. Und so muss dies auch bei den schnellen Rhythmen, die wir unbewusst erfassen, zutreffen.

Wie man sieht, liegt hier die Voraussetzung zu Grunde, dass die akustischen Empfindungen nicht durch die Einwirkung der ganzen Tonschwingungen auf den Nerven entstehen, sondern nur durch die Maxima der Schwingungen, d. h. durch die äusserste Elongation, welche das schwingende Theilchen nach der einen Richtung hin erreicht. Mathematisch genau könnte dies nun selbstverständlich nicht gelten, da das Maximum nur einem Moment entspricht, in einem Moment aber eine endliche Wirkung nicht entstehen kann. Doch könnte ein sehr kleiner Bezirk der Schwingung in der Maximalgegend als das Wirksame angesehen werden. Infolge dieser diskontinuirlichen Einwirkung soll nun auch der Prozess im Gehörsnerven selbst ein diskontinuirlicher sein, ebenso oft in der Sekunde unterbrochen als der Ton Schwingungen hat.

Nun ist aber weder jene physikalische Voraussetzung noch diese physiologische Konsequenz eine nothwendige. Wir haben überhaupt, wie schon erwähnt, keinen Grund zu der Annahme, dass der akustische Nervenprozess ein diskontinuirlicher ist. Die Diskontinuität tiefer Töne, auf welche Lipps hinweist, dürfte nicht eine wesentliche Eigenschaft der Töne als solcher, sondern

nur eine je nach der Beschaffenheit der Klangquelle mehr oder weniger hervortretende Begleiterscheinung sein.[1] Hält man freilich z. B. eine tiefste schwingende Stimmgabel, die noch einen Ton von 20 Schwingungen giebt, dicht vor das Ohr (wie man es wegen der Schwäche des Tones thun muss), so entstehen durch die starken Ausschläge der Zinken starke intermittirende Tasteindrücke auf das Trommelfell und ausserdem intermittirende Luftgeräusche, so dass schon dadurch auch der Ton intermittirend erscheint. Aber wenn und soweit es gelingt, durch die Aufmerksamkeit diese einzelnen Erscheinungen zu trennen, erkennen wir den Ton selbst hier als kontinuirlich.

Jedenfalls aber muss bestritten werden, dass die Diskontinuität der Tonempfindungen „von vornherein einleuchtend" sei. Erstlich ist nicht einmal die Luftschwingung etwas Diskontinuirliches, zweitens, wenn sie es wäre, würde auf dem Wege bis zur Empfindung die Diskontinuität sich an vielen Stellen in Kontinuität verwandeln können. Sind nicht die höheren Tonempfindungen nach Lipps selbst kontinuirlich, wenigstens für unser Bewusstsein? Irgendwo innerhalb dieser Kette von Vorgängen, welche die Klangwelle mit unseren Empfindungen verbinden, geht also faktisch hier Diskontinuität in Kontinuität über.

Aber auch die weitere Voraussetzung, dass ein unbewusst empfundener Rhythmus uns angenehm berühren müsse, weil ein bewusst empfundener es thut, hat nichts Ueberzeugendes. Damit ein Rhythmus angenehm wirke, scheint unter anderem ein gewisser mittlerer Grad der Wahrnehmbarkeit erforderlich. Ein allzu aufdringlicher Rhythmus wirkt ebenso ungünstig wie ein nur schwer zu fassender. Bei Gehörsrhythmen kommt schon die absolute Intensität der Eindrücke, aber auch ihr Zeitabstand in Betracht, der nicht zu gross und nicht zu klein sein darf, und noch anderes. Nähert sich ein Rhythmus aus irgend einem Grunde der Unwahrnehmbarkeit so weit, dass er auch bei ausdrücklich darauf gerichteter Aufmerksamkeit nur schwer zu entdecken ist, so hört er auf, uns Vergnügen zu machen; und hieraus wäre für die ganz unbewusst empfundenen Rhythmen, wenn man auf solche überhaupt einen Schluss ziehen will, eher

[1] Max Meyer, Ueber die Rauhigkeit tiefer Töne. *Zeitschr. für Psychologie* XIII, S. 75f.

die Folgerung zu ziehen, dass sie uns kalt lassen. Ich würde freilich vorziehen, auf Rhythmusempfindungen dieser Art überhaupt nicht zu schliessen.

Aber legen wir auch in dieser Hinsicht LIPPS' Voraussetzungen einmal zu Grunde. Wie kommt es, dass wir gerade bei den tiefsten Tönen, wo wir den Schwingungsrhythmus noch, wenn auch nur als Begleiterscheinung, wahrnehmen können, die konsonanten Intervalle keineswegs angenehmer finden als dissonante, während gerade bei den höheren Tönen, wo der Schwingungsrhythmus sicherlich nicht mehr wahrgenommen wird, der Unterschied hervortritt? Sollte es wirklich am Rhythmus liegen? — Man mag nun wieder andere Erklärungsgründe suchen, warum gerade der einzige Fall, in dem wir diskontinuirliche Tonempfindungen zu haben glauben, uns bei der Durchführung der Hypothese im Stich lässt. Vielleicht bedarf die unbewusste Empfindung grösserer Geschwindigkeiten, um das Rhythmusgefühl zu erzeugen. Aber misslich ist dieser Ungehorsam der Thatsachen sicherlich.

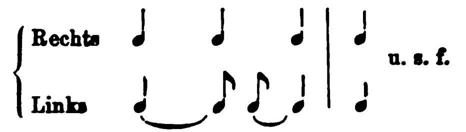
Nehmen wir ferner akustische Rhythmen aus unserer Erfahrung, so ist wohl richtig, dass die Koinzidenz zweier gleichzeitiger Rhythmen, wenn sie in multiplen Verhältnissen 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4 u. s. w. stehen, angenehm empfunden wird. Aber anders steht es schon mit 2 : 3, 4 : 5 u. dergl. Wo in der Musik selbst die Aufgabe gestellt wird, einen $^3/_4$-Takt durch zwei Vierteltöne oder umgekehrt einen $^2/_4$- oder $^4/_4$-Takt durch drei Vierteltöne auszuführen, da ist sie bekanntlich nicht leicht exakt zu lösen und hat zunächst für den Ausführenden wie für den Hörenden etwas Widerstrebendes. Sie gehört zu den rhythmischen Erschwerungen, in denen die neuere Musik zwar einen gewissen Reiz findet, aber doch nur weil und solange sie ausnahmsweise und vorübergehend auftreten. Von diesem Gesichtspunkt aus würde ich also die Konsonanz der Quinten, Quarten, Terzen und Sexten nicht begreifen können, sondern nur die der Oktave, Duodezime, Doppeloktave u. s. w.

Diese Schwierigkeit ist LIPPS nicht entgangen. Er glaubt sie (S. 97) mit Berufung auf das allgemeine Prinzip zu lösen, dass überall nicht die einförmige Wiederholung, sondern die Mannigfaltigkeit, die mit deutlichen Unterschieden deutliche Uebereinstimmungen verbindet, die reichere Befriedigung gewährt. Darum seien die etwas komplizirteren Schwingungs-

verhältnisse sogar angenehmer als die Oktave. Er führt aus dem Gebiet des bewussten Rhythmus die Erfahrung an, dass bei einer Art des Walzers, die er dem Kundigen nicht näher zu bezeichnen brauche, zwei Tanzschritte auf je drei Taktschläge der Musik fallen, und dass die spielende Ueberwindung dieser Hemmung dem Tanz einen besonderen Reiz gebe.

Ich gehöre nun leider längst nicht mehr zu diesen Kundigen. Vielleicht kommt es daher, dass mir die Quinte auch nicht so hervorragend angenehm ist. Aber die Mönche des neunten Jahrhunderts, die die Quinte als den süssesten aller Zusammenklänge bezeichneten? Sie müssen wohl in unbewussten Tänzen die bewusste Erfahrung gemacht haben.

Es scheint mir aber auch, soweit ein Nichtkundiger hier mitreden darf, zweifelhaft, ob die zwei Tanzschritte sich so gleichmässig auf den $^3/_4$-Takt vertheilen wie die drei Schwingungsmaxima des höheren Tones bei der Quinte auf die zwei des tieferen Tones.[1] Wenn man mit der einen Hand einen $^2/_4$- und gleichzeitig mit der anderen Hand einen $^3/_4$-Takt angiebt, so dass die ersten Takttheile immer zusammenfallen, so wird man, nach meiner Beobachtung wenigstens, das Ganze nicht als eine Verbindung der beiden Taktarten miteinander auffassen, sondern ausschliesslich als einen $^3/_4$-Takt, in welchem aber das zweite Viertel in zwei Achtel zerlegt ist:

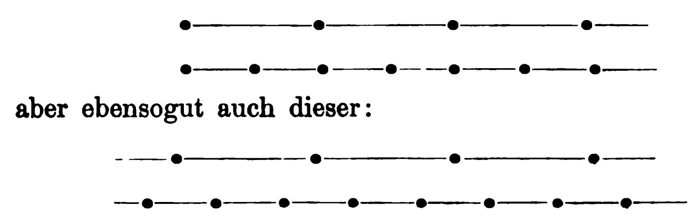


Es scheint daher, dass die Auffassungsfähigkeiten der unbewussten Seele nach Lipps sich hier nicht bloss graduell über die des Bewusstseins bedeutend erheben, sondern sich auch spezifisch von ihnen unterscheiden müssen. Freilich muss man es Lipps überlassen, ob er darin eine Widerlegung erblicken will, da er zwar S. 96 das Prinzip aufstellt: „Was von den im Bewusstsein sich abspielenden Rhythmen gilt, muss auch für die nur unbewusster Weise vorhandenen Geltung haben", aber doch auf derselben Seite hinzufügt: „Was sich in der Hinsicht (wie einfach die Schwingungsverhältnisse sein müssen, um das Ge-

[1] Vgl. auch S. 129. wo Lipps auf die Regelmässigkeit der Vertheilung selbst Gewicht legt.

fühl der Harmonie zu erzeugen) aus der Erfahrung an Taktschlägen und Bewegungen oder Bewegungsvorstellungen ergeben mag, beweist dafür nichts.“ Das ist eben die vortheilhafte Taktik, welche die Anhänger solcher Erklärungen befolgen können: Wo die Analogie der Bewusstseinserscheinungen einigermassen zutrifft, da gestattet sie einen „zwingenden Schluss“ auf das Unbewusste, wo sie aber im Stich lässt, da ist es eben — etwas anderes.

Eine neue Schwierigkeit ergiebt sich, wenn wir in Betracht ziehen, dass eine Koinzidenz der Schwingungsmaxima bei Konsonanzen doch überhaupt nur in dem speziellen Falle stattfindet, wo keine Phasendifferenz vorhanden ist. Nehmen wir an (und dies ist doch die Grundvoraussetzung der ganzen Anschauung), dass jeder der beiden konsonanten Töne für unsere unbewusste Empfindung in einer bestimmten Anzahl gleichmässig aufeinander folgender diskontinuirlicher Theilempfindungen besteht, so kann der Rhythmus bei der Oktave allerdings dieser sein:



aber ebensogut auch dieser:

Die objektiven Phasenunterschiede zweier Klangwellen machen sich allerdings gemäss Helmholtz' Nachweisung und gewöhnlicher Erfahrung für das Ohr nicht geltend. Aber wenn sich nach obiger Lehre die aus den beiden Klangquellen entstehende zusammengesetzte Luftbewegung im Ohr oder im Gehirn wieder so auflöst, dass zwei unabhängig voneinander verlaufende Reihen von Impulsen auftreten, so ist zunächst keine Nothwendigkeit, dass sie hier stets ohne Phasendifferenz verlaufen müssen. Sogar wenn objektiv keine solche vorhanden ist, könnte sie nach dieser Vorstellung von der Sache durch die geringste zufällige Einwirkung im Organ oder Gehirn entstehen.

Solche Phasenverschiebungen müssten nun aber für die unbewusste Erfassung des Rhythmus eine beträchtliche Erschwerung bedeuten und das Vergnügen merklich herabstimmen. Jenen Zweischrittwalzer noch zu tanzen, wenn die drei Taktschläge

der Musik oder gar die drei Schritte der Partnerin nicht einmal auf den ersten Takttheilen mit dem eigenen Schritt zusammenfallen, das macht vielleicht auch noch Vergnügen, aber gewiss nicht des Rhythmus wegen.

Auch bei den kleinen Verstimmungen von Intervallen, wie solche beständig in der Musik vorkommen, theils durch die nothwendigen zufälligen Abweichungen, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, theils in Folge der temperirten Stimmung, ergiebt sich dieselbe Schwierigkeit. Es tritt nämlich hierbei mit jeder Schwingung eine kleine Phasenverschiebung der beiden Töne gegeneinander ein, die von einem Minimum bis zu einem Maximum steigt und dann wieder abnimmt. Die Schwebungen geben uns davon Kunde.

Die Schwierigkeit, die aus diesen kleinen Verstimmungen für seine Theorie erwächst, hat LIPPS selbst bemerkt. Er sucht sie einfach mit dem Hinweis auf die Thatsache der Schwelle zu lösen. Es bedürfe eben einer gewissen Grösse der Abweichung, nicht bloss damit Verschiedenes als solches erkannt werde, sondern auch damit es verschieden wirke; und so mache sich auch eine geringe Abweichung von dem einfachen Verhältniss der Rhythmen für das Gefühl nicht geltend.

Durch diese Antwort könnte man vielleicht die EULER'sche Fassung der Lehre mit der Thatsache versöhnen, die ihr bereits von HELMHOLTZ entgegengehalten wurde, dass die kleinen, noch unbemerkten Abweichungen gerade die komplizirtesten Zahlenverhältnisse ergeben. Aber ich sehe nicht, wie die Rhythmuslehre damit fertig werden könnte; denn es ist hier ein grosser Unterschied zwischen beiden Fassungen. Wenn die beiden Töne z. B. 400 und 601 sind (unmerklich erhöhte Quinte), so kommen doch auf zwei Schwingungen des einen Tones immer nur um 0,0025 mehr als drei des anderen Tones, was von dem unbewussten Zählmechanismus EULER's wohl ignorirt werden könnte. Die Phasenverschiebung bei kleinen Verstimmungen macht sich in Hinsicht des Verhältnisses der Schwingungszahlen in kleinsten Zeitabschnitten in der That so gut wie nicht geltend. Dagegen macht sie sich fortwährend geltend in Hinsicht des Rhythmus. Mit jeder Schwingung wächst der Unterschied, führt schnell zu einem völligen Durcheinander der beiden Rhythmen, dann wieder zum Zusammenfallen u. s. w. (wie wir es beim Ticken zweier Taschenuhren beobachten). Das Zahlen-

verhältniss besitzt eine konstant bleibende, sehr geringe Differenz von den genauen Werthen 2 : 3, die Rhythmen aber nehmen sukzessiv alle möglichen Differenzen an, von den kleinsten bis zu den grössten. Die scheinbar plausiblere Form der Lehre steht also den Thatsachen noch hülfloser gegenüber.

Zum Schluss dieser Polemik unterlasse ich nicht zu versichern, dass ich „unbewusste" psychische Zustände keineswegs in jedem Sinne des Wortes unannehmbar finde und eine solche allgemeine These, gegen die ich auch früher niemals gestritten, hier ganz ausser Spiel lasse. Um so nachdrücklicher aber musste betont werden, dass mit unbewussten Empfindungen und Auffassungen in dieser Form und in unserm Falle nicht geholfen ist. Im Uebrigen ist es wohl auch eine methodische Regel, dass der Rekurs auf Unwahrnehmbares hinwegfällt, sobald wir ein Wahrnehmbares als genügenden Erklärungsgrund aufzeigen können, wie wir es unten versuchen werden. Doch glaubte ich der Autorität der Forscher, welche jene Erklärungsweise vertreten, und dem ehrwürdigen Alter der Rhythmustheorie eine solche Auseinandersetzung schuldig zu sein.

Was aber die einfachen Zahlenverhältnisse betrifft, deren auffallendes Zusammentreffen mit den Konsonanzerscheinungen immer wieder zu ähnlichen Vorstellungen hinführt, so ist wohl kein Zweifel, dass hier ein Zusammenhang besteht, und nicht bloss eine zufällige Begegnung zweier Thatsachen. Aber der Zusammenhang kann sehr verschiedener Art sein, er kann direkter aber auch weniger direkt sein, als er hier gefasst wird.

Drittes Kapitel.

Die Definitionen durch das Annehmlichkeitsgefühl.

Man kann von allen bisher untersuchten Definitionen sagen, dass sie die Dissonanz durch das Gefühl definiren, insofern sie die Schwebungen, die Verwandtschaft oder die unbewusst erfassten Schwingungsverhältnisse eben darum heranziehen, um den Unterschied in der Annehmlichkeit gewisser Tonkombinationen gegenüber anderen dadurch zu erklären. Immerhin liesse sich

in allen diesen Fällen der Gefühlsunterschied auch als eine blosse Folge, nicht als das Wesensmerkmal der Konsonanz selbst ansehen, welches letztere vielmehr in den schwachen oder fehlenden Schwebungen selbst, in der starken Verwandtschaft, in der Einfachheit der empfundenen Schwingungsverhältnisse oder Rhythmen, also in gewissen Merkmalen der Sinnesempfindungen als solcher läge.

Dagegen giebt es andere Definitionen, welche direkt und ausschliesslich Gefühlsmerkmale anführen, sei es nun, dass sie den Gefühlsunterschied als einen ganz unerklärlichen betrachten, oder dass sie ihn als Produkt einer historischen Entwickelung, aber nicht als Folge bestimmter psychologischer oder physiologischer Bedingungen zu verstehen behaupten.

Die Lehrbücher der Harmonie begnügen sich seit langer Zeit vielfach damit, Konsonanz als angenehme, Dissonanz als unangenehme Tonverbindung zu definiren, ohne sich weiter um den Grund zu kümmern.

Dies ist nun ein offenbarer Missgriff, und die darin liegende Seichtigkeit nicht genug zu tadeln. Nichts ist variabler als der Gefühlseindruck. Es kann eine Konsonanz abstossend und eine Dissonanz süss und entzückend sein, je nach dem Zusammenhang. Sagt man, in solchen Fällen liege ein höheres ästhetisches, nicht rein sinnliches Gefühl vor, so ist sehr fraglich, ob die Annehmlichkeit und Unannehmlichkeit der Intervalle im isolirten Zustand nicht auch schon durch andere als rein sinnliche Faktoren mitbedingt ist, und ob sich die Nachwirkung des Zusammenhangs in unserm musikalischen Bewusstsein ganz abtrennen lässt, auch wenn wir Intervalle augenblicklich isolirt vernehmen.

Hierzu kommt, dass die isolirten Intervalle ihren Gefühlswerth seit dem Alterthum wesentlich verändert haben. Bei den Alten finden wir die Oktave als angenehmste und schönste Konsonanz bezeichnet.[1] Im Mittelalter wurde eine Zeit lang die Quinte als schönster Zusammenklang gepriesen. Gegenwärtig werden wir geneigt sein, die Terz als das süsseste, wohllautendste Intervall zu bezeichnen, während früher von einer solchen Eigenschaft bei den Terzen nichts verlautete. Noch vor wenigen Jahrhunderten waren Terzenschlüsse verpönt, auch dann noch, als man die Terz bereits unter die Konsonanzen aufgenommen

[1] Vgl. beispielweise die pseudo-aristotelischen Probleme, Sectio XIX Probl. 35.

hatte. Es scheint also eine Verschiebung des Lustgefühls von der vollkommensten Konsonanz gegen die unvollkommenen hin stattzufinden. Aber eine Verschiebung der Konsonanzverhältnisse selbst findet nicht Statt; denn wir erkennen heute noch wie die Alten die Oktave als vollkommenste Konsonanz an, die Quinte als zweitvollkommenste, die Terz als „unvollkommene". Also fällt Konsonanz nicht mit Annehmlichkeit zusammen.

In einer besonderen Form wird das Gefühlsmerkmal in neuerer Zeit öfters vertreten. Es sei das Auflösungsbedürfniss, sagt man, welches Dissonanz von Konsonanz scheide.

Auch diese Fassung kann nicht als Definition gelten. Abgesehen davon dass man natürlich fragen muss, warum das eine Intervall Auflösung verlangt, das andere aber nicht, und dass auch eine tiefere historische Untersuchung sich nicht damit begnügen wird, die thatsächliche Entwickelung zu schildern, sondern die Gründe dieser Entwickelung in der Natur der bezüglichen Tonempfindungen suchen wird, muss man doch jedenfalls verlangen, dass dasselbe Merkmal, das Konsonanz und Dissonanz scheidet, auch die einzelnen Grade der Konsonanz bestimme. Nun aber kann man Terzen ebensowohl wie Quinten oder Oktaven hören, ohne eine Auflösung zu verlangen. Es giebt zwischen diesen drei Intervallen keine Gradunterschiede in Hinsicht des Auflösungsbedürfnisses.

Etwas anders verhält es sich allerdings mit der Quarte, wenn sie isolirt gehört wird; und, wie mir scheint, trägt gerade der Umstand, dass man das Auflösungsbedürfniss als das definirende oder wenigstens als ein charakteristisches Merkmal der Konsonanz ansah, eine Hauptschuld an dem Jahrhunderte langen Streit über die Konsonanz der Quarte. Wenn wir den isolirten Zusammenklang *c—f* hören, so klingt für unsere musikalischen Gewohnheiten *f* leicht wie ein Vorhalt vor *e*. Der Dreiklang in erster Lage und die ihn konstituirenden Intervalle sind es nun einmal, auf die wir alles andere beziehen. Wir können nun freilich *c—f* auch auffassen als obersten Bestandtheil eines Vierklanges *F—A—c—f*, und dann fällt das Auflösungsbedürfniss hinweg. Aber diese Auffassung muss erst künstlich hervorgerufen werden, die andere scheint näher zu liegen. Daher bleibt an der Quarte, von diesem Standpunkt aus betrachtet, etwas Dissonirendes haften.

Der Zweiklang *e—gis*, auf dem Klavier gespielt, klingt uns

angenehm, weil wir *c* als Grundton, *gis* als Durterz fassen. Er klingt uns aber unangenehm, sobald wir *gis* als *as* fassen, womit es ja auf dem Klavier zusammenfällt. Unser Gefühl verlangt dann dringend eine Auflösung. Dass aber einunddieselbe Tonkombination sowohl entschieden konsonant als entschieden dissonant sei, je nach der daran geknüpften Vorstellung, widerstreitet allem, was seit alter Zeit hierüber feststeht. Die Grundintervalle müssen ihren Konsonanzcharakter in und durch sich selbst haben, sonst schwebt alles in der Luft. Also kann die Konsonanz nicht durch den Mangel eines Auflösungsbedürfnisses definirt werden.

Ueberdies ist das Auflösungsbedürfniss historisch viel später entstanden als die Unterscheidung von Konsonanz und Dissonanz und setzt offenbar die Entwickelung eines bestimmten Tonsystems, einer Auswahl fester Tonstufen, in welche die Auflösung erfolgen soll, bereits voraus. Es ist zwar anzunehmen, dass schon die griechische Musik in allen Fällen, wo die Instrumentalbegleitung von der Melodie abwich (bei der „heterophonen Krusis"), eine Melodie doch mit einem konsonanten Mehrklang, Oktave oder Quinte, niemals aber mit einem dissonanten schloss, und dass auch bei anderen Völkern, soweit sich Anfänge von Mehrklängen finden, einigermassen (wenn auch mit Ausnahmen) dieser Zug wahrnehmbar sein wird. Aber was wir Auflösung nennen und als solche empfinden, ist nicht die Vertauschung dissonanter mit konsonanten Intervallen überhaupt, sondern der Uebergang bestimmter Töne eines dissonanten Intervalls in bestimmte Töne eines konsonanten. Eine regelwidrige Auflösung, z. B. *f—h* in *c—g* oder in *c—e* (wenn wir auch nur innerhalb der Tonart verbleiben), beleidigt uns mehr als eine ungelöste Dissonanz, zu der wir schliesslich die Auflösung doch in Gedanken ergänzen können. Von Auflösung in diesem Sinne aber, also von Regeln der Stimmführung, ist im Alterthum keine Rede, und sie konnte nicht in Frage kommen, bevor nicht die Polyphonie zu solchen Gesetzen drängte.

Schliesslich steht allen Gefühlsdefinitionen doch auch entgegen, dass wir bei aufeinanderfolgenden Tönen ebenfalls von konsonanten und dissonanten Intervallen sprechen, und dass sich hier die Gefühlsmerkmale stark verändern. Man kann freilich sagen, wir stellen uns zwei aufeinanderfolgende Töne, um ihre Konsonanz zu erkennen, als gleichzeitige vor, aber da

an die Succession der Töne als solche doch nicht minder lebhafte Gefühle geknüpft sind als an die Gleichzeitigkeit, sollte man doch meinen, es läge näher, die Konsonanz aufeinanderfolgender Töne nach dem Gefühlseindruck bei der Aufeinanderfolge zu bestimmen. Nun ist bei einer kleinen Sekunde aufeinanderfolgender Töne von Unannehmlichkeit nichts zu bemerken, der Eindruck vielmehr so befriedigend, als er nur immer von zwei aufeinanderfolgenden Tönen hervorgerufen werden kann.[1] Anders ist es allerdings beim Tritonus oder der Septime. Immerhin würde das Gefühlsmerkmal hier seltsame Verschiebungen ergeben, wenn auch nur die Sekunde zu den Konsonanzen käme.

Aus allen diesen Erwägungen geht hervor, dass das primäre Kriterium der Konsonanz nicht in den Gefühlswerthen der Intervalle gesucht werden kann. Dass und wie gleichwohl diese Gefühlswerthe beitragen, die Unterschiede, nachdem sie einmal begründet sind, zu verschärfen, werden wir unten (7. Kap.) auseinandersetzen und damit auch dieser so weit verbreiteten Definition ihr Recht widerfahren lassen.

Viertes Kapitel.

Definition durch die Verschmelzungsstufen.

Wir wollen hier vorläufig die Kritik beschliessen und mit der positiven Darlegung beginnen.[2]

Wir sind bereits gewissermassen durch Exklusion auf das Prinzip hingeführt, das wir nun vortragen wollen. Kann der Unterschied konsonanter und dissonanter Töne weder in unbewussten Funktionen noch in den Gefühlen liegen, so wird man ihn in den Tonempfindungen als solchen zu suchen haben, wo ihn denn auch Helmholtz suchte. Da er nun aber nicht in den begleitenden Obertönen und nicht in den Schwebungen liegen

[1] Schon Plutarch bezeichnete diese kleinen Intervalle als emmelische, d. h. zur Melodie geeignete, und stellte sie in Hinsicht der Annehmlichkeit in der Aufeinanderfolge den Konsonanzen gleich.

[2] Ueber neuere Darstellungen, nach welchen eigentlich nicht zwei Töne, sondern erst drei konsonant oder dissonant gegeneinander genannt würden (v. Oettingen, H. Riemann), siehe im 8. Kap.

kann, so muss er eben in den beiden Tönen selbst liegen, welche wir konsonant oder dissonant nennen. Es ist, soviel ich sehe, nur Ein Merkmal, das sich hier darbietet: die Verschmelzung gleichzeitiger Töne.

Der Zusammenklang zweier Töne nähert sich bald mehr, bald weniger dem Eindruck Eines Tones, und es zeigt sich, dass dies um so mehr der Fall ist, je konsonanter das Intervall ist. Auch dann, wenn wir die Töne als zwei erkennen und auseinanderhalten, bilden sie doch ein Ganzes in der Empfindung, und dieses Ganze erscheint uns bald mehr, bald weniger einheitlich. Wir finden diese Eigenschaft bei einfachen Tönen ebenso wie bei Klängen mit Obertönen. Dass die Oktave dem wirklichen Unisono ähnlich klingt, auch wenn wir deutlich zwei Töne darin unterscheiden können, ist allezeit anerkannt worden, obschon es nichts weniger als selbstverständlich, sondern eine höchst merkwürdige Thatsache ist. Dieselbe Eigenschaft kehrt aber in abgeschwächter Weise auch bei Quinten und Quarten, ja bei Terzen und Sexten wieder.

Das ist der Stein, den die Bauleute verworfen haben, den wir zum Eckstein machen.[1]

Die Thatsache ist durch die übereinstimmende Beobachtung solcher, die musikalisches Gehör und zugleich psychologische Beobachtungsfähigkeit besitzen, nunmehr wohl ausser Zweifel gestellt[2], wie sie denn auch in früheren Zeiten den Theoretikern keineswegs gänzlich unbekannt war. Um sie noch auf einem indirekten Wege zu kontrolliren, hatte ich versucht, die Ver-

---

[1] Ich muss in diesem und dem folgenden Abschnitt des Zusammenhangs halber Verschiedenes einflechten, das man bereits in meiner Tonpsychologie findet. Dort handelte es sich zunächst um die Feststellung der Verschmelzungserscheinungen, unabhängig vom Problem der Konsonanz, obschon ich natürlich bereits mit Rücksicht auf dieses so ausführlich darauf eingegangen bin. Dass die Konsonanz durch die Verschmelzung zu definiren sei, ist mir zuerst 1880 am Klavier klar geworden, als ich immer wieder den Eindruck der verschiedenen Intervalle untereinander verglich, in der Ueberzeugung, dass irgend ein Moment der Empfindung sie in Hinsicht der Konsonanz und Dissonanz unterscheiden müsse. Ausgesprochen habe ich es zuerst 1883, dann 1886 und 1890.

[2] Vgl. meinen Aufsatz „Neueres über Tonverschmelzung", *Zeitschr. f. Psychol.* XV, S. 280f. Der Aufsatz wird auch im 2. Hefte gegenwärtiger Sammlung erscheinen.

schmelzungsstufen durch längere systematische Versuchsreihen an einer grösseren Anzahl von Personen in folgender Weise zu bestätigen. Wenn zwei Töne zugleich angegeben werden, werden sie unter Umständen für einen gehalten, und die Zahl dieser falschen Urtheile wird mit wachsender Verschmelzung des Intervalls zunehmen, die Zahl der richtigen Urtheile, in welchen die Töne als zwei erkannt werden, entsprechend abnehmen. Hierzu sind aber musikalische Personen nicht zu brauchen, weil sie höchstens bei Oktaven hie und da, bei anderen Intervallen so gut wie niemals falsche Urtheile liefern. Ich wählte daher Unmusikalische von übrigens möglichst gleichem Grade der Amusie.

Aus den früher ausführlich mitgetheilten Ergebnissen mögen hier nur folgende Tabellen zusammengestellt werden, die jedesmal von einer anderen Gruppe von Personen herrühren:

Octave	Quinte	Quarte	gr. Terz	Tritonus	gr. Sekunde
76	22	—	5	—	0
76	62	36	30	15	9
—	56	40	28	23	—

Dies sind die Prozentzahlen der falschen Urtheile. Es wurden also z. B. Oktaven unter 100 Fällen 76 mal für Einen Ton erklärt. Man sieht, wie die Einheitsurtheile abnehmen mit abnehmendem Konsonanzgrade. Man kann auch, wenn man darauf Gewicht legt, eine Kurve hiernach konstruiren, ähnlich der Dissonanzkurve von Helmholtz.[1]

Wenn es auch paradox klingt, dass die Grundlage der Musik an Unmusikalischen aufgezeigt werden soll, so ist der Zusammenhang bei näherer Ueberlegung doch durchsichtig genug: dieselbe Eigenschaft der Zusammenklänge, welche für den Musiker, indem er sie wahrnimmt, den Konsonanzunterschied ausmacht, dieselbe bedingt, ohne für sich wahrgenommen zu werden, die Unterschiede in den Prozentzahlen der falschen Urtheile über die Anzahl der gleichzeitig gehörten Töne.

Neuerdings wurden diese Versuche von A. Faist in Graz

---

[1] Die Tabellen finden sich *Tonpsych.* II, 145, 148, 168. Die letzte ist die auf S. 167 f. mit β bezeichnete, welche aus dem dort angegebenen Grunde als die zuverlässigste gelten darf. Die Konsonanzkurve daselbst S. 176.

wiederholt und führten zu dem gleichen Ergebniss. Ich setze wieder die Prozentzahlen der falschen Urtheile hierher:[1]

Octave	Quinte	Quarte	gr. Terz	Tritonus	gr. Sekunde
71	41	23	18	19	7

Nur steht hier der Tritonus der grossen Terz so gut wie gleich, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass er mit dem Verhältniss 5 : 7 nahezu zusammenfällt und dass dieses in der That eine stärkere Verschmelzung besitzt als die eigentlichen sogenannten Dissonanzen.[2]

Man hat ausser bei Unmusikalischen auch bei Kindern Gelegenheit, den Eindruck der Intervalle hinsichtlich der Einheit oder Mehrheit von Tönen zu studiren, und es zeigt sich hier wie in anderen Fällen von Nutzen, auch das unentwickelte Bewusstsein heranzuziehen. Eine kleine Statistik ergab das Eigenthümliche, dass Kinder zwischen 5 und 11 Jahren, die noch keinen Musikunterricht genossen hatten, zwei gleichzeitige Töne nicht bloss als einen oder zwei, sondern auch vielfach als drei, vier oder fünf Töne zu hören vermeinten. Aber es zeigte sich nun wieder mit grosser Regelmässigkeit, dass die Anzahl der angeblich gehörten Töne mit abnehmender Verschmelzung zunahm. Es wird eben eine deutlichere Mehrheit für eine grössere Mehrheit gehalten.[3] Die folgenden Zahlen bedeuten die Summe der Töne, welche bei einem Intervall in einer Versuchsreihe gehört wurden, alle Fälle dieses Intervalls zusammengerechnet:[4]

Octave	Quinte	gr. Terz	Tritonus	gr. Sekunde	
21	32	50	—	—	in je 20 Fällen
25	31	41	43	49	„ „ 16 „
26	33	34	43	51	
16	37	40	48	61	
76	84	99	103	117	„ „ 40 „

---

[1] Nach *Zeitschr. f. Psych.* XV, S. 121, wo die sämmtlichen Versuchsreihen zusammengerechnet sind, so dass auf jedes Intervall im Ganzen 768 Urtheile entfallen.

[2] Siehe die oben erwähnte Abhandlung „Neueres über Tonverschmelzung" S. 284 f. Im Abdruck S. 5 f.

[3] Aehnliches auch gelegentlich bei FAIST's Versuchspersonen, *Zeitschr. f. Psych.* XV, S. 113.

[4] Die Uebersicht ist aus den einzelnen Tabellen, *Tonpsych.* II, 371, 375, 377, 378, 381 zusammengestellt.

Hier mag man nun wiederum paradox finden, dass Individuen, die zu wissenschaftlicher Beobachtung ganz unfähig sind, als Zeugen angerufen werden sollen. Aber wir rufen sie nicht als Zeugen vermöge ihrer eigenen wissenschaftlichen Beobachtung sondern insofern sie Gegenstände unserer Beobachtung bilden. Wie man die psychische Entwickelung sogar von Säuglingen aus ihren Bewegungen und sonstigen Aeusserungen zu erschliessen sucht, so registriren wir hier Aussagen, um die darin vorfindlichen Regelmässigkeiten zu Schlüssen zu benutzen. Für Naturforscher mag dies Vorgehen auch so betrachtet immer noch etwas Widerstrebendes haben: sie können mit ihrem todten und lebendigen Material ganz anders schalten und die Umstände viel genauer fixiren als es bei psychologischen Versuchen und vollends an Kindern möglich ist. Ich erkenne dies wohl an und bin weit entfernt, den Ergebnissen allzuviel Gewicht beizumessen. Immerhin sind die gefundenen Regelmässigkeiten gerade hier, wo man sie am wenigsten erwarten mochte, grösser und auffallender als die, mit denen man sonst bei psychologischen Versuchen zufrieden sein muss. Man wird schwerlich umhin können, daraus auf irgendwelche konstante Ursachen zu schliessen; zumal da vielfach auch schon bei den einzelnen Individuen, deren Aussagen hier summirt sind, die gleiche Regelmässigkeit auftrat. Natürlich ist die Erklärung durch die Verschmelzungsgrade auch nicht von vornherein die einzig mögliche. Vielleicht findet Jemand eine andere; vorläufig liegt sie am nächsten. Zieht man aber vor, in allem nur ein Spiel des Zufalls zu finden, so kann man auch daran Niemand verhindern; am einfachsten bleibt dies immer.

Uebrigens stehen mit der Verschmelzung, wie ich ausführlich gezeigt habe, eine Fülle von Thatsachen des gleichzeitigen Hörens in Zusammenhang [1], beispielsweise die von Theoretikern so heftig angegriffene Anwendung von Mixturregistern in den Orgeln, ferner die Erfahrung, dass in einem Einzelklang der zweite Theilton, obgleich er besonders stark ist, am schwersten, dagegen der siebente und neunte besonders leicht herausgehört werden können, ein Faktum, das sich fortwährend aufdrängt und auf keine andere Weise zu erklären ist.

---

[1] S. die im II. Bd. der *Tonpsych.* S. 581 unter „Verschmelzung c)“ angeführten Stellen, wozu noch S. 225 und 227 zu fügen.

Noch mögen folgende Beobachtungen erwähnt sein, die sich kürzlich mir und einem Mitbeobachter (Giering) aufdrängten, als es galt, die gegenseitige Beeinflussung zweier gleichzeitiger Töne hinsichtlich ihrer Stärke zu untersuchen. Es ist bei der Quinte viel schwerer, die Stärken des einen und anderen Tons gegeneinander abzuschätzen, als bei der Septime, und am schwersten ist es bei der Oktave. Man hat den Eindruck, als ob die Intensitäten der beiden Töne bei den stark konsonirenden Intervallen ineinander überflössen, während man bei der Septime, wo die Töne vollkommen auseinandertreten, auch ihr Stärkeverhältniss leichter und genauer beurtheilen kann (es wurde die „natürliche" Septime 4 : 7 angewandt, bei der gewöhnlichen kleinen oder grossen Septime wäre der Gegensatz wohl noch stärker hervorgetreten). Ferner scheint bei Oktave und Quinte der Gesammtklang stärker zu sein oder zum mindesten voller als bei der Septime. Es entsteht dort eben überhaupt mehr ein Gasammtklang als bei der Septime; man kann dort eher zugeben, dass eine Summirung der Intensitäten stattfinde (wenn dies auch immer nicht in gleichem Sinne wie beim Unisono geschieht), während bei der Septime, wo der Zusammenklang sich mehr einem blossen Aggregat, einem Nebeneinander indifferenter Theile nähert, die ihre Kräfte nicht zusammenschiessen, das Ganze als solches dünner, dürftiger erscheint. Es ist eben nicht ein Ganzes in gleichvollkommener Weise. Im einen Fall gleichsam ein Bundesstaat, im anderen Fall ein Staatenbund: der Bundesstaat ist kräftiger.

Hieraus sind auch wohl die Ergebnisse einer weiteren Versuchsreihe zu erklären, über welche, wie über die ebenerwähnte, Dr. M. Meyer in späteren Heften berichten wird. Er hatte einem Beobachter die Aufgabe gestellt, Intervalle zu erkennen oder wenigstens zu sagen, ob Zweiklang oder Einklang vorliege, wobei die Dauer des Eindrucks ausserordentlich verkürzt wurde. Dazu wurde natürlich ein gut musikalischer Beobachter gewählt. Ich hatte früher die Vermuthung ausgesprochen (*Tonpsych.* II, 335), dass auf diesem Wege sich vielleicht die Verschmelzungsstufen gleichfalls experimentell prüfen liessen, indem ich dachte, dass man bei Oktaven öfter irren, bez. einer längeren Klangdauer bedürfen würde, um ein richtiges Urtheil abzugeben. Das Ergebniss war nun seltsamer Weise im Ganzen gerade das umgekehrte. Aber der Beobachter selbst gab zu, dass er in der

äusserst kurzen Zeit (etwa $^1/_4$ Sekunde) zu einem direkten Urtheil über den Fragepunkt gar nicht gekommen sondern durch eine gewisse Fülle des Eindrucks zu der Aussage „zwei Töne“ bestimmt worden sei. Es lag also nicht eine Wahrnehmung über Einheit oder Mehrheit der Töne vor, sondern ein Schluss-Verfahren, und dieses gründete sich auf ein Merkmal, das zwar eine Folge der Verschmelzung ist, aber unter den angegebenen Umständen zu Fehlschlüssen führen musste. So kann man indirekt auch dieses Ergebniss als Bestätigung ansehen. Doch bedürfte es wohl noch weiterer Kontrolle.

Mag man nun auch immer noch experimentelle Prüfungen nach verschiedenen Methoden für wünschenswerth halten und mag der eine diesem, der andere jenem Argument den Vorzug geben: dass die Grundthatsachen, wie wir sie oben ausgesprochen, im allgemeinen zutreffen, scheint, unter den Psychologen wenigstens, jetzt anerkannt. Und so dürfen wir weitergehen: wie verhalten sie sich zur Konsonanz?

An sich betrachtet, könnten sie zwar blosse Begleit- oder blosse Folgeerscheinungen der Konsonanzunterschiede sein und sich dazu verhalten etwa wie die Seife zur Civilisation. Wenn ich sie geradezu für das Wesen der Konsonanzunterschiede selbst, für ihr definirendes Merkmal ansehe, so geschieht es schon darum, weil kein anderes sinnenfälliges Merkmal zur Definition sich finden will, und weil die wichtigsten und allgemeinsten Thatsachen der Musik aus dieser Definition abgeleitet werden können. Dies letztere werden wir weiter unten (6. und 7. Kap.) zu zeigen versuchen und dann auch die Definition selbst in diesem Zusammenhang noch genauer formuliren.

Als eine wesentliche und erwünschte Bestätigung für die Uebereinstimmung der Definition mit dem musikalischen Bewusstsein darf es aber auch angesehen werden, dass nicht bloss die Ausdrücke Konsonanz (*συμφωνία* = Zusammenklingen) und Dissonanz (*διαφωνία* = Auseinanderklingen) augenscheinlich auf Grund dieses Merkmals gebildet sind, sondern dass auch bereits die alten griechischen Schriftsteller, von denen wir zahlreiche Aeusserungen zur Konsonanztheorie besitzen, ausdrücklich dieses Merkmal als das wesentliche hervorhoben. Von den Pythagoreern bis zur spätesten Zeit des Alterthums finden wir immer klarer und immer einstimmiger die *κρᾶσις* gleichzeitiger Töne als das Charakteristische der „Symphonie“ angegeben. Ich will

aus der Gesammtmasse der Aeusserungen, die ich anderwärts zusammengestellt und besprochen habe [1], nur die eine Definition des Mathematikers NIKOMACHUS anführen: „Symphon sind die Intervalle, wenn ihre ungleich hohen Grenztöne zusammen anschlagen oder sonstwie (zusammen) ertönend so miteinander verschmelzen, dass der aus ihnen entstehende Klang einartig und wie ein einziger wird —, diaphon dagegen, wenn der aus beiden entstehende Klang als ein gewissermassen zerschnittener und unverschmolzener gehört wird.“ Klarer und schärfer können wir auch heute den Unterschied kaum beschreiben.

Später ist dieses Merkmal mehr und mehr in Vergessenheit gerathen, indem man immer mehr auf den Gefühlseindruck der Intervalle achtete. Dadurch entstand unter anderem der heute noch fortdauernde Streit über die Konsonanz der Quarte. Wer den Gefühlseindruck als massgebend ansieht, wird hierüber niemals zu einer eindeutigen Auffassung gelangen (s. o. S. 32), während in Hinsicht der Verschmelzung die Quarte zweifellos unter die Konsonanzen, direkt nach der Quinte, zu stehen kommt, wohin sie denn auch von den Alten einstimmig gerechnet wurde. Auch die Verwunderung darüber, dass die Alten die Terzen nicht unter die Konsonanzen rechneten, ist nur vom Standpunkt des Gefühlseindruckes motivirt. Sie stehen in Hinsicht der Verschmelzung in der That den Dissonanzen nahe und es ist an und für sich, ohne Nebenrücksicht auf andere Kriterien, willkürlich, ob man sie mit den vorausgehenden oder mit den darauffolgenden Verschmelzungsstufen unter einem gemeinsamen Sammelnamen zusammenfasst. Erst nachdem der Gefühlseindruck gleichzeitiger Töne in Folge der Entwickelung der mehrstimmigen Musik sich mehr und mehr aus- und umbildete, fand man sich veranlasst, sie zu den Konsonanzen herüberzunehmen, wo sie allmählich immer mehr zu Ehren gekommen ist. Die Rangordnung der Intervalle in Hinsicht der Verschmelzung ist dadurch aber in keiner Weise berührt worden, es sind nur die

---

[1] Geschichte des Konsonanzbegriffes. I. Theil. Abhandlungen der Münchener Akademie. Phil.-Hist. Kl. 1897. Der zweite Theil wird eine Gesammtübersicht einschliesslich der Entwickelung im Mittelalter und der neueren Zeit enthalten und die im Text weiterhin ausgesprochenen Behauptungen rechtfertigen. Auch in meiner Schrift „Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik“ in den Abhandlungen der Berliner Akademie 1897 ist S. 5—11 die antike Krasis-Lehre besprochen.

Hauptgruppen allmählich in mehr Untergruppen zerlegt worden, als es anfänglich der Fall war.

Dass aber auch in neuerer Zeit dieses Merkmal nicht ganz unbeachtet geblieben ist, zeigen gelegentliche Aeusserungen, wie die des freilich vergessenen Aesthetikers BENDAVID: „Töne, die zu gleicher Zeit angegeben das Ohr ganz deutlich als verschiedene Töne unterscheidet, nannte man Dissonanzen, sowie diejenigen den Namen der Konsonanzen erhielten, bei welchen das Ohr aus der Zusammenstimmung derselben nur Einen Ton zu hören glaubt."[1] Oder die des unvergessenen Begründers der gegenwärtigen Musiklehre, MORITZ HAUPTMANN's, wenn er den Charakter der Dissonanz als ein „Auseinanderklingen" beschreibt (s. o. S. 23). Ich möchte sagen, dass selbst einige meiner unmusikalischen Versuchspersonen das Merkmal neu entdeckten, als sie nach dem Grunde ihrer Einheits- und Mehrheitsurtheile gefragt wurden. Sie fanden keinen Unterschied in der Annehmlichkeit der Zusammenklänge. „Aber manche Töne", sagten sie, „heben sich besser ab, streben gleichsam auseinander." Oder: die einen seien „zusammen", die anderen „nebeneinander" (*Tonpsych.* II, 152, 172). Vielleicht waren diese Personen gerade darum, weil die Gefühlsunterschiede für sie hinwegfielen, veranlasst und im Stande, den reinen Empfindungsunterschieden grössere Beachtung zu schenken.

Fünftes Kapitel.

Zur Deutung und Erklärung der Verschmelzungserscheinungen.

1. Ueber die genauere Definition des Verschmelzungsbegriffes selbst ist in den letzten Jahren mancherlei verhandelt worden. Da ich die vorgeschlagenen Modifikationen auch schon selbst in Erwägung gezogen hatte, sind meine Bedenken dagegen bereits in den früheren Ausführungen gegeben. Doch will ich kurz noch einmal darauf zurückkommen.

[1] L. BENDAVID, Versuch einer Geschmackslehre 1799, S. 435.

Gar nichts hat die Verschmelzung, von der hier die Rede ist, mit dem alten Psychologenbegriff der „Bewusstseinseinheit“ gemein.[1] Die Bewusstseinseinheit ist nicht grösser bei 1 : 2 als bei 4 : 5. Wenn sie überhaupt Grade besitzt, so stehen diese doch in keiner nothwendigen Beziehung zu den Schwingungsverhältnissen der Töne.

Ferner geht es nicht an, den Begriff der Tonverschmelzung, wenn anders damit das Grundphänomen der Konsonanz bezeichnet sein soll, mit „Nichtunterscheidung“ zusammenzuwerfen. Zwar steht es Jedem frei, das Wort Verschmelzung in diesem Sinne zu gebrauchen, aber dann ist eben das eigenthümliche Faktum, um das es sich hier handelt, nicht dadurch ausgedrückt, und es muss dafür wieder ein anderer Ausdruck gesucht werden. Wäre Konsonanz soviel wie Nichtunterscheidung zweier gleichzeitiger Töne, so würde in dem Augenblick, wo wir die Töne einer Quinte auseinanderzuhalten vermögen, ihre Konsonanz in Dissonanz übergehen. Nun aber statuiren wir Konsonanz auch da oder vielmehr nur da, wo die beiden Töne deutlich als zwei erkannt werden. Indem wir sie unterscheiden, nehmen wir doch zugleich wahr, dass sie in geringerem oder grösserem Grade ein einheitliches Ganzes bilden. Die Verschmelzung ist einer der Faktoren, welche die Nichtunterscheidung zur Folge haben können, wie beispielsweise unsere obigen Versuche zeigen. Aber neben diesem Faktor giebt es noch sehr viele andere, wie die Abstufungen der Aufmerksamkeit, das Intensitätsverhältniss, die Dauer der Töne, gleich- oder ungleichseitiges Hören beider Töne u. s. w.

Mit dem genannten Missverständniss hängt es auch zusammen, wenn man den Verschmelzungsgrad vom Intensitätsverhältniss abhängig sein lässt. Eine Dissonanz geht doch nicht in eine Konsonanz über, wenn der eine Ton schwächer wird. Ist er so schwach geworden, dass wir ihn gar nicht mehr vom anderen unterscheiden können, dann finden wir freilich keine Dissonanz, aber auch keine Konsonanz mehr. Ebenso kann der Konsonanzgrad einer Terz nicht durch die blosse Veränderung des Intensitätsverhältnisses in den einer Oktave verwandelt

---

[1] Auf welchen sie ein Rezensent meiner Tonpsychologie zurückführen wollte (M. Dessoir, *Zeitschrift für Psychiatrie*, Bd. 48).

werden. Dadurch kann nur die Leichtigkeit der Unterscheidung, aber nicht der Grad der Verschmelzung verändert werden.

Die Wahrnehmung des Konsonanz- und Dissonanzgrades ist natürlich insofern von der relativen Stärke der Töne abhängig, als Stärke-Gleichheit zwischen beiden Tönen für die Wahrnehmung am günstigsten ist. Aber der Konsonanzgrad, welchen man wahrnimmt, ist in keiner Weise dadurch bedingt.

Es scheint überhaupt nicht, dass wir im Stande sein werden, den Verschmelzungsbegriff tiefer oder verständlicher zu fassen, als indem wir die Verschmelzung als das Verknüpftsein zweier Empfindungsinhalte zu einem Ganzen, oder als Einheitlichkeit, als Annäherung des Zweiklanges an den Einklang beschreiben. Wie sich dies ausnimmt, muss man eben hören und kann es Niemand klarmachen, der nicht hören oder Gehörserscheinungen nicht beobachten kann.

Zieht man vor, einen Zusammenklang psychologisch überhaupt nur als Eine Klangempfindung und die darin unterscheidbaren Töne als Theile dieser Empfindung zu bezeichnen, so wird auch dagegen nichts einzuwenden sein, und vielleicht wäre diese Redeweise noch korrekter; aber man muss hinzufügen, dass die Theile in mehr oder weniger inniger Weise untereinander verknüpft sein können, und das ist für uns hier das Wesentliche.

Nur insofern ist eine weitergehende Erläuterung denkbar, als man dieses Verhältniss zweier Empfindungen, wonach sie sich zu einem Ganzen zusammenschliessen, innerhalb des umfassenden Rahmens einer allgemeinen Verhältnisslehre betrachtet, das Gemeinsame und das Unterscheidende gegenüber anderen Grundverhältnissen hervorhebt, vielleicht auch verschiedene Arten der Verschmelzung an Beispielen aufweist. In ähnlicher Weise können wir auch das Wesen einer einfachen Empfindung, z. B. „blau" nicht definiren, man muss es eben sehen; aber wir können ihre Stellung innerhalb des Systems der Farben- und Gesichtsempfindungen charakterisiren. Indessen ist hier nicht der Ort, uns in eine derartige Untersuchung bezüglich der Empfindungsverhältnisse oder der möglichen Verhältnisse zwischen mehreren Elementen überhaupt zu vertiefen.[1]

---

[1] Am meisten hat es sich Lipps angelegen sein lassen, den Begriff der Tonverschmelzung besser als ich es vermochte ins Klare zu bringen („Der

2. Eine andere Frage, auf die ich zurückkommen muss, betrifft die Möglichkeit, die Verschmelzungsthatsachen auf ihre Ursachen zurückzuführen. Zwei Wege sind hier denkbar. Man kann die Ursache zunächst noch im psychologischen Gebiet suchen oder sogleich direkt an physiologische Bedingungen denken.

a) Psychologisch scheint mir nur ein Erklärungsversuch unter denen, die ich früher als unannehmbar bezeichnete, noch immer der Erwägung werth, obschon die Erwägung auch diesmal nur zur Ablehnung führt: es ist der auf die Aehnlichkeit der bezüglichen Töne gegründete. Oktaven, könnte man sagen, sind sich in hervorragendem Masse ähnlich, auch wenn wir einfache Töne wählen, und eben darum müssen sie bei gleichzeitigem Erklingen nahezu wie Ein Ton erscheinen.

Eine solche Anschauung wird in der That gegenwärtig von verschiedenen Psychologen festgehalten, und sie wird neuerdings von Ebbinghaus geltend gemacht mit der Begründung, dass wir eben dasjenige als ähnlich bezeichnen, was leicht miteinander verwechselt wird, wenn es getrennt gegeben ist, oder nicht leicht unterschieden werden kann, wenn es zusammen vorliegt.[1]

Begriff der Verschmelzung und damit Zusammenhängendes in St.'s *Tonpsychologie*', *Philos. Monatshefte* XXVIII, 547 f.). Er beschäftigt sich zuerst mit meiner Theorie der Aufmerksamkeit, die indessen mit der Verschmelzungslehre nichts zu thun hat, versucht und verwirft dann verschiedene Definitionen des Begriffes, die nicht die meinigen sind, und gelangt schliesslich zu einer Formulirung, die sich von der meinigen kaum noch unterscheidet: Verschmelzung sei Unvollkommenheit der Analyse, (cf. *Tonpsych.* II, 127), zu unterscheiden von der blossen Erschwerung der Analyse durch mangelhafte Aufmerksamkeit u. dgl. ‚Ich bemühe mich, eine Mehrheit von Tönen zu analysiren d. h. sie als Mehrheit wahrzunehmen. Diese Bemühung gelingt bald schwerer bald leichter ... Gelingt sie aber auch, so gelingt sie doch bald mehr bald weniger vollkommen" (S. 569f.). — Das nahe Zusammentreffen des Ergebnisses mit dem meinigen kann mich nur erfreuen, wenngleich ich nicht einsehe, warum die dahin führenden Ueberlegungen des Autors in die Form einer fortlaufenden Polemik gekleidet sind.

[1] Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie I (1897), S. 278f. Bereits Lipps hatte (a. a. O. 577) von einer Aehnlichkeit der konsonirenden Töne in diesem Sinne gesprochen. Die Anwendung dieser Aehnlichkeitstheorie auf den Verschmelzungsbegriff soll allerdings erst Ebbinghaus' zweiter Halb-

Ich kann zunächst diese Definition der Aehnlichkeit nicht unterschreiben. Aehnlichkeit ist wohl einer der Faktoren, die daran schuld sein können, wenn wir zwei Eindrücke nicht unterscheiden. Aber es giebt noch andere. Wenn z. B. zwei gleichzeitige Eindrücke sehr kurz dauern, werden sie nicht so leicht unterschieden, als wenn sie länger dauern, ohne darum einander ähnlicher zu sein. Ja selbst ein momentanes Nachlassen der Aufmerksamkeit kann uns die nämlichen zwei Empfindungen, die wir sonst leicht unterscheiden, als Eine erscheinen lassen. Oder sollen wir sagen, dass in solchen Fällen nur die nämlichen Tonschwingungen, nicht aber die nämlichen Empfindungen wie sonst vorliegen? Nun kann es sich doch aber auch um bloss graduelle Unterschiede zweier Fälle handeln: *c* und *fis*, kürzer angegeben oder mit weniger gespannter Aufmerksamkeit vernommen, werden vielleicht nicht so deutlich auseinandergehalten, aber doch auch nicht gerade bestimmt als Ein Ton aufgefasst. Haben sie sich dabei für unsere Empfindung in *c* und *des* oder in *f* und *fis* oder in sonstwelche einander näher liegende, ähnlichere Töne verwandelt? Schwerlich möchte sich dies durchführen lassen, und folglich können wir Aehnlichkeit nicht in obiger Weise definiren.

Vergegenwärtigen wir uns nun weiter die Konsequenzen jener psychologischen Erklärung. Bei Klängen mit Obertönen ist allerdings eine Aehnlichkeit der konsonanten Grundtöne durch die gemeinsamen Theiltöne hergestellt, soweit eben solche in genügender Stärke vorhanden sind. Da aber Verschmelzung sich ebenso auch bei einfachen Tönen findet, so muss auch bei diesen eine mit den Verschmelzungsgraden parallel gehende Abstufung der Aehnlichkeit angenommen werden. Eine unerlässliche Bedingung hierfür ist die Statuirung einer neuen Grundeigenschaft der Töne, eines neuen „Empfindungsmoments" neben der Tonhöhe. Nach der Tonhöhe sind sich *c* und *d* unstreitig ähnlicher als *c* und *e*. Dennoch verschmelzen sie weniger. Ebenso *c* und *fis* gegenüber *c* und *g*. Die Aehnlichkeit, welche der Verschmelzung zu Grunde liegt, muss also eine Aehnlichkeit in anderer Beziehung sein wie die, welche der Höhenordnung zu Grunde liegt, sonst müsste ja auch c^1 irgendwie

band bringen. Doch dürfte sie nicht wesentlich von der obigen Fassung abweichen.

Zu dem im Text Folgenden über die Aehnlichkeit konsonanter Töne vgl. auch meine früheren Ausführungen *Tonpsych.* II. S. 193 f.

zwischen *c* und *des* untergebracht werden können, da es mit *c* stärker verschmilzt als *des*. Wir müssen also ein besonderes Moment der Tonempfindung annehmen, nennen wir es beispielsweise Toncharakter oder wie man will, in Bezug auf welches Aehnlichkeiten stattfinden, die unabhängig sind von der Schwingungsdifferenz, dagegen abhängig vom Schwingungsverhältniss.[1]

Dies kann man nun immerhin thun, wenn auch solche Annahmen dem Prinzip der wissenschaftlichen Sparsamkeit nicht entsprechen, so lange sie nicht durch direkte Beobachtung gestützt oder durch fruchtbare Konsequenzen empfohlen werden. Die Beobachtung scheint aber von Aehnlichkeiten solcher Art kein genügendes Zeugniss zu geben. Zwar bei Oktaven haben wir unstreitig diesen Eindruck, und ich muss gestehen, dass ich selbst hier immer wieder versucht bin, auf die fragliche Auffassung zurückzukommen. Immerhin kann der Eindruck der Aehnlichkeit hier auch wohl auf Erfahrung beruhen statt auf direkter Empfindung. Oktaventöne gelten uns in Folge der musikalischen Gewohnheiten als äquivalent untereinander, wie sie ja darum auch mit denselben Buchstaben bezeichnet werden. Sie nehmen eine gleiche Stellung zu den übrigen Leitertönen ein. Dieser Umstand gründet in dem musikalischen System, und dieses selbst wieder in Konsonanzverhältnissen.

---

[1] Dieses Moment stellt Lipps ausdrücklich in Abrede: „Es giebt nun einmal für das Bewusstsein kein den harmonischen Tönen eigenthümliches, zur Höhe, Stärke, Tonfarbe hinzutretendes Moment, hinsichtlich dessen die harmonischen Töne mit Bewusstsein verglichen, das also als das Aehnliche in den harmonischen Tönen oder als die Basis oder das spezifische Objekt des Aehnlichkeitsbewusstseins erscheinen könnte. Dies hindert doch nicht, dass das Aehnlichkeitsbewusstsein oder die Gefahr der Identifizirung besteht" (a. a. O. 578).

Für mich würde das Nichtvorhandensein einer solchen Eigenschaft, in Bezug auf welche die Aehnlichkeit stattfinden soll, ein entscheidender Beweis sein, dass die behauptete Aehnlichkeit selbst nicht vorhanden ist. Es erscheint mir — und soviel ich sehe, bis jetzt allen, die darüber nachgedacht haben, ausser Lipps — als eine logische Unmöglichkeit, dass wir eine Aehnlichkeit zweier Dinge erfassen sollen, ohne die Eigenschaft mitzuerfassen, worin diese Aehnlichkeit gründet. Wenn wir für diese Eigenschaft nicht sogleich den richtigen Begriff und Namen finden: in unserem Bewusstsein muss sie doch vorhanden und auffindbar sein. So lange es dem scharfsinnigen Forscher nicht gelingt, irgend ein Beispiel für Aehnlichkeiten ohne Fundament zu erbringen, sind sie für mich nur Worte.

Die Verschmelzung ist also Ursache der Aehnlichkeit (Aequivalenz), nicht aber die Aehnlichkeit Ursache der Verschmelzung. So wenigstens lässt sich das Verhältniss fassen.[1]

Gehen wir nun aber zu den Quinten, Terzen, Sexten über, so dürfte kaum Jemand noch eine besondere Aehnlichkeit der beiden Töne finden. Die Quintentöne werden im Gegentheil vielfach (wie im Alterthum öfters auch die Oktaventöne) als eine Art Gegensatz bezeichnet, so bei M. Hauptmann und G. Engel. Auch in der Darstellung des Tonreiches durch eine Spirale bei Drobisch kommt dies zum Ausdruck, und Lotze behauptet gleichfalls, dass wir bei der Quinte den Eindruck hätten, uns am weitesten von der Tonika entfernt zu haben. James Sully und Külpe, beide zugleich musikalisch und psychologisch bewandert, finden ausdrücklich nur bei den Oktaven etwas von Aehnlichkeit.[2] Die Gegensätzlichkeit der Quintentöne ist allerdings, wenn ich recht sehe, auch nur eine Auffassungsweise, die sich erst entwickelt hat, nachdem bereits auf Grund der wahrgenommenen Konsonanzverhältnisse der Kunstbau der Musik entstanden war. Jedenfalls scheint aber aus solchen Aeusserungen hervorzugehen, dass das gegenwärtige Musikbewusstsein eine besondere Aehnlichkeit der Quintentöne untereinander nicht anerkennt.

Selbst bei der Oktave ist doch auch noch zu bedenken, dass kaum jemals einer der früheren Beobachter mit vollkommen einfachen Tönen operirt hat. Sobald auch nur der erste Oberton vorhanden ist, haben wir es bei der Oktave mit einer zusammengesetzten Aehnlichkeit zu thun, die hier nichts beweist. Aus demselben Grunde sind die vorkommenden Verwechselungen zwischen Oktaventönen und gelegentlich auch zwischen Quintentönen vorläufig ohne Beweiskraft.

Auch die historische Betrachtung kann hier wieder herangezogen werden. Während von der Verschmelzung schon bei den alten Pythagereern die Rede ist, wird von der Aehnlichkeit der Oktaventöne erst bei viel späteren Schriftstellern gesprochen,

---

[1] Auch Helmholtz spricht von Aequivalenz der Oktaven (S. 532—533) und lässt bei ihnen keine andere Art von Aehnlichkeit zu als die „Verwandtschaft“, wie sie auch bei Quinten und Terzen gegeben ist, die er durch Obertöne erklärt. Die einfachen Töne sind ihm also bei der Oktave nicht ähnlich, wenigstens nicht mehr als bei der Septime.

[2] J. Sully, Sensation and Intuition. VII. Essay. Külpe a. a. O. 317.

und sie wird dort, wo man sich näher damit beschäftigt, in den pseudo-aristotelischen Problemen über Musik, als blosse Analogie gedeutet.[1] Von einer Aehnlichkeit der Quinten- oder Quartentöne vollends ist nirgends die Rede. Nur im allgemeinen definirt PTOLEMÄUS an einer Stelle konsonante Töne als ähnliche Töne, macht aber selbst von dieser Definition nirgends wieder Gebrauch, setzt vielmehr alsbald eine andere, auf der Verschmelzung ruhende, dafür ein, die dann allem Weiteren zu Grunde liegt. Wenn die Aehnlichkeit das Grundphänomen, die Verschmelzung nur die Folge wäre, so wäre es bei den Alten doppelt seltsam, dass sie wenig davon sprechen, da ihre Musik vorwiegend melodisch war, die Beobachtung der aufeinanderfolgenden Töne also im Vordergrunde stehen musste.

Man müsste also, um die Hypothese durchzuführen, etwa annehmen, dass die Aehnlichkeit, welche der Verschmelzung zu Grunde liegt, in der Aufeinanderfolge der Töne nur eben bei den Oktaven merklich hervortritt, während die Aehnlichkeiten schwächeren Grades sich erst in ihren Wirkungen beim gleichzeitigen Erklingen geltend machen, für sich allein aber der Wahrnehmung vorläufig noch entgehen. Vielleicht werden sie, könnte man hinzufügen, späteren Jahrhunderten merklicher werden, wenn das Gehör sich noch mehr verschärft hat, wie ja auch die Konsonanzgrade nach und nach deutlicher und differenzirter in die Wahrnehmung getreten sind.

Diese Aehnlichkeitsunterschiede würden dann aber, wenn wir alles das mit in den Kauf nehmen, ihrerseits doch eine letzte psychologische Thatsache bilden, für die nur etwa physiologisch noch die Grundlage anzugeben wäre.

Der Unterschied der beiden Lehren wäre also, um zusammenzufassen, nur der: dass die eine die Verschmelzung aus einer gewissen Aehnlichkeit der Töne herleitet, dabei aber gezwungen ist, zweierlei Aehnlichkeiten zu unterscheiden, die nach der „Höhe“ und die nach der neuen noch unbenannten Eigenschaft der Töne; während die andere Lehre die Verschmelzung als ein nicht weiter ableitbares Grundverhältniss neben der Aehnlichkeit anerkennt, dabei aber mit der ersten und unbezweifelbaren Art der Aehnlichkeit von Tönen auskommt. Man sieht,

---

[1] S. meine oben S. 41 erwähnte Abhandlung über die pseudo-aristotelischen Musikprobleme S. 12f.

dass die Zurückführung der Verschmelzung auf dies zweifelhafte oder ganz hypothetische zweite Aehnlichkeitsverhältniss nicht einmal aus dem Gesichtspunkt der wissenschaftlichen Sparsamkeit eine Minderausgabe bedeutet.

Wir statuiren daher zwei unabhängige Grundverhältnisse. Auf dem Aehnlichkeitsverhältniss beruht die stetige Reihenfolge der Töne von der Tiefe zur Höhe, auf der Verschmelzung die Gliederung des Tonreiches, die Aussonderung bestimmter „Intervalle" aus der unendlichen Menge der blossen Tonverschiedenheiten. Die Aehnlichkeit hängt ab von den Differenzen, die Verschmelzung von den Verhältnissen der Schwingungszahlen.

b) Demgemäss bleibt uns nur Eine Art der Erklärung: die Angabe der physiologischen Ursachen der Verschmelzung. Wir haben anzunehmen, dass beim gleichzeitigen Erklingen (oder blossen Vorstellen) zweier Töne, die ein relativ einfaches Schwingungsverhältniss zueinander haben, im Gehirn zwei Prozesse stattfinden, die in einer engeren Verknüpfung miteinander stehen, als wenn weniger einfache Schwingungsverhältnisse vorliegen. Diese besondere Verknüpfungsform oder dieses eigenthümliche Zusammenwirken zweier Prozesse habe ich als „spezifische Synergie" bezeichnet und damit einiges Aegerniss erregt, zumal bei solchen, denen schon die spezifischen Energien einzelner Nervenelemente unbequem sind. Gewiss ist mit einem solchen Ausdruck hier wie dort noch keine Erklärung gegeben. Aber es ist ein ganz bestimmtes Postulat ausgesprochen, dessen man sich bewusst bleiben muss, so lange bis man es erfüllen kann. Assimilation, Dissimilation, Schwarzprozess, Rothprozess, Nervenprozess überhaupt, und so viele andere Ausdrücke der Gehirnphysiologie sind nicht von grösserer Dignität.

Uebrigens entsteht die Forderung bestimmter Formen des Zusammenwirkens zweier oder mehrerer Prozesse noch in vielen Gebieten der Gehirnphysiologie, beispielsweise beim Einfachsehen mit nahezu korrespondirenden Punkten beider Netzhäute (Punkten von geringer Querdisparation). Es wird in diesem Falle, wie das Stereoskop lehrt, ein einheitlicher Punkt hinter oder vor dem „Kernpunkt" gesehen, je nachdem gekreuzte oder gleichseitige Disparation vorliegt. Dieses vollkommen plastisch gesehene Relief ist eine anschauliche Modifikation unserer Empfindung und muss nach den Grundsätzen eines gereinigten Nativismus, der

mir wenigstens unabweisbar scheint und jetzt unverkennbar immer mehr in das wissenschaftliche Bewusstsein eindringt, auf einem physiologischen Prozess beruhen, den man wiederum als eine Synergie der bezüglichen Netzhautstellen, bezw. ihrer zentralen Repräsentanten, bezeichnen mag. Damit kehren wir nicht zur alten Lehre von den identischen Netzhautstellen zurück; denn wir lassen nicht eine bestimmte Netzhautstelle nur mit einer Stelle der anderen Netzhaut zusammenwirken, sondern mit verschiedenen in verschiedener Weise, wenn auch nach bestimmten Gesetzen, ebenso wie ein Ton nicht mit einem anderen, sondern mit verschiedenen in verschiedener Weise verschmilzt. Mit allem dem ist doch immer nur der Forderung Ausdruck gegeben, dass jeder Modifikation der Empfindung eine physiologische Modifikation der Gehirnprozesse entspricht.

Diejenigen, welche an der Ausmalung von möglichen Vorstellungsweisen Gefallen finden, werden unschwer auch für die Verschmelzungs-Synergien konkretere Vorstellungen einsetzen. Freilich die blosse Uebersetzung der psychologischen Verschmelzung der Töne in eine physiologische Verschmelzung zweier akustischer Nervenprozesse in Einer Ganglienzelle würde mir nicht viel aufklärender scheinen als Onkel Bräsig's Erklärung der grossen Armuth aus der grossen pauvreté. Aber auf den besonderen Umstand könnte man beispielshalber verweisen, dass jeder Ton gemäss der Resonanztheorie des Hörens ausser der auf ihn abgestimmten Faser auch die seinen Untertönen entsprechenden Fasern der Basilarmembran (anders gesagt: die Fasern, in deren Schwingung er selbst als Oberton enthalten ist) unter Bildung von Knotenpunkten in Schwingungen versetzt. Diesen Umstand benutzt neuerdings Ebbinghaus [1] zur Erklärung der oben besprochenen Aehnlichkeit der konsonirenden Töne. Man kann ihn aber ebensowohl auch zur direkten Erklärung der Verschmelzung heranziehen.[2] Aber leider kann die Lehre von den mitschwingenden Fasern überhaupt nur noch als Bild, nicht als Ausdruck des wirklichen Sachverhaltes gelten, schon weil es

---

[1] Nach brieflicher Mittheilung im Anschluss an seine noch unvollständigen „Grundzüge der Psychologie".

[2] Ich habe selbst darauf gelegentlich hingewiesen, um daraus in Verbindung mit anderen Faktoren eine generelle Entwickelung der Verschmelzungsstufen hypothetisch abzuleiten. *Tonpsych.* II, 218.

physikalisch so gut wie unmöglich erscheint, dass so winzige Gebilde auf die für uns hörbaren Töne noch mitschwingen sollen; aber auch wegen der Schwierigkeiten im Gebiete der Differenztöne.[1] Auch ist ohne Zweifel der letzte physiologische Grund der Verschmelzung nicht im Organ, sondern im Zentrum zu suchen, schon darum, weil die Verschmelzung sich auch bei ungleichseitigem Hören sowie bei der blossen Vorstellung der Töne geltend macht.

Eine andere Hypothese wäre, dass die zentralen Prozesse bei den verschiedenen Verschmelzungsstufen eine Art Mosaik darstellen, ein feineres bei den höheren, ein gröberes bei den niederen Verschmelzungsstufen. F. Brentano hat angedeutet, dass die Verschmelzung der Tonempfindungen schon innerhalb des psychologischen Gebietes auf einem solchen Mosaik der Empfindung beruhe.[2] Zwei Tonempfindungen könnten in unserem Bewusstsein nur unter der Bedingung gleichzeitig existiren, dass sie sich ähnlich wie zwei gleichzeitige Farben in einen gewissen Raum theilen, was dann eben in verschiedener Weise geschehen kann. Von einem solchen Nebeneinander der Töne zeigt uns freilich das Bewusstsein nichts, und darum dürfte die Lehre in dieser Form schwerlich Eingang finden. Aber es steht nichts im Wege, sich eine analoge Vorstellung in Hinsicht der physiologischen Prozesse zu machen, auf denen gleichzeitige Tonempfindungen und ihre Verschmelzungsgrade beruhen.

G. E. Müller wiederum meint, „es dürfte nicht allzu schwer sein, die Thatsache der Klangempfindung und Klanganalyse an der Hand der modernen Neurontentheorie befriedigender zu erklären, als dies durch ein Operiren mit dem Wort Verschmelzung geschieht.“[3] Aber vorläufig sind dies erst recht nur Worte. Ich meine nicht die Neuronten, aber das Versprechen einer be-

---

[1] Siehe M. Meyer, „Zur Theorie der Differenztöne und der Tonempfindungen überhaupt.“ *Zeitschr. f. Psych.* XVI, S. 1. Die Abhandlung wird im nächsten Hefte dieser Sammlung abgedruckt.

[2] Bericht über den III. Internationalen Kongress für Psychologie zu München (1896), S. 117.

[3] *Zeitschr. f. Psych.* X, 43. Vielleicht denkt der Verfasser an eine mehr oder weniger innige Umklammerung der Ausläufer (Dendriten) einer Ganglienzelle durch die einer anderen, etwa noch in Verbindung mit dem Umstand, dass, wie behauptet wird, auf solche Weise eine Zelle bald mit dieser bald mit jener anderen in Zusammenhang treten kann.

friedigenden Erklärung aus ihnen. Möchte baldigst die That folgen! — Mir scheint die Sache noch in dem Stadium zu liegen, in welchem es besser ist, mit NEWTON kurzweg zu sagen: hypotheses non fingo.

Es dürfte sich empfehlen, bei der Nachforschung hierüber auch die anderen Sinne im Auge zu behalten, und zwar weniger vielleicht den Farbensinn, als den Geschmacks- und Geruchssinn. Wie ich bei ZWAARDEMAKER[1] lese, entwarf der englische Parfumeur PIESSE 1877 eine chromatische Geruchsleiter von $6^1/_2$ Oktaven, die bei Fachgenossen Zustimmung fand. Darin sind einerseits die nur wenig verschiedenen Gerüche nebeneinandergestellt (so unterscheidet sich die Rose und das Pelargonium odoratissimum nur um einen sog. Halbton), andererseits aber finden sich in weiterem Abstand voneinander gewisse Gerüche, „die sich ausgezeichnet vermischen lassen". So liegen der Vanille-, der Heliotrop- und der Mandelgeruch jedesmal „zwei Oktaven" auseinander. ZWAARDEMAKER, der dieses Gebiet zuerst streng wissenschaftlich durchforscht hat, glaubt, dass man mit Hülfe der neueren Chemie diese Ideen noch besser ausgestalten könne. Danach werden die chemischen Grundstoffe in homologe Reihen geordnet, deren physikalische Eigenschaften eine periodische Funktion der Atomgewichte sind, und es scheint, dass sich auch die Geruchseigenschaften dieser Anordnung fügen. Damit wäre freilich zunächst nur eine exakte physische Unterlage für die Anordnung und die Verschmelzung der Gerüche gefunden, vergleichbar der Entdeckung der Schwingungsdifferenzen und Schwingungsverhältnisse in der Tonlehre. Aber bei der einfacheren Struktur und allgemeineren Verbreitung des Geruchssinnes könnte die Spur hier leichter auf das physiologische Gebiet verfolgt und die Vorgänge bei Thieren vielleicht später einmal selbst experimentell untersucht werden.

Uebrigens sind wir in physiologischer Hinsicht bei der Konsonanz oder Verschmelzung der Töne keineswegs schlimmer daran als sonst fast überall, wo es sich um die physiologischen Bedingungen elementarer Bewusstseinsthatsachen handelt. Wissen wir etwas über die Gehirnvorgänge, die einem einzelnen Ton, einer Farbe, einem Geruch entsprechen? Ueber die der räumlichen Lokalisation, der Vertheilung der Farbeneindrücke im

[1] Physiologie des Geruches 1895, S. 268.

Gesichtsfeld? Oder über die der Vorstellungsverknüpfung und der Erinnerung? Oder des Zeitbewusstseins? Wenn man ehrlich sein will, muss man mit Nein antworten.

Auch wer die Dissonanz auf Schwebungen zurückführt, ist in der nämlichen Verlegenheit, die Gehirnprozesse bei Schwebungen zu schildern. Wer die Konsonanz als Aehnlichkeit, sei es durch Theiltöne, sei es durch die Grundtöne selbst, definirt, nicht minder. Und fragen wir: wie kommt es, dass die Töne mit wachsender Schwingungszahl für unsere Empfindung „in die Höhe steigen", und dass jeder neue Ton dem Ausgangston weniger ähnlich wird? — so bleibt der Gehirnphysiologe uns selbst für diese Grundthatsache der Tonempfindungen ebenso die Erklärung schuldig wie für die der Verschmelzung.

Setzen wir schliesslich den Fall, dass es einmal gelungen wäre, die chemischen oder molekular-mechanischen Vorgänge in der Hirnrinde, worauf die Tonverschmelzung beruht, aufs Genaueste anzugeben: so muss man auch nicht meinen, dass wir mit dieser sog. „Zurückführung" des Psychischen aufs Physische über die Natur der Tonverschmelzung irgendwie klüger geworden wären. Wir würden im Stande sein, ihre Gesetze genauer und vollständiger zu formuliren, die einzelnen Thatsachen unter allgemeinere Gesichtspunkte zu bringen, auch die Ausnahmen und Beschränkungen (z. B. das Hinwegfallen der Verschmelzungsunterschiede in den höchsten Tonregionen) zu verstehen und abzuleiten; und damit wäre freilich viel gewonnen. Nicht aber könnten wir das Wesen der Verschmelzungserscheinungen selbst, den Eindruck der Oktave, der Quinte für das Bewusstsein, in welchem die Empfindungen doch allein als solche existiren, genauer und verständlicher beschreiben. In diesem Sinne kann man Bewusstseinserscheinungen nur aus sich selbst verstehen. Und es ist nützlich, sich dies recht klar zu vergegenwärtigen, damit man nicht das, was wir in der Hand halten, allzu gering schätze gegenüber dem, was noch auf dem Dache sitzt.

Sechstes Kapitel.

Scheinbare Hindernisse der Verschmelzungsdefinition.

Nun bleiben zunächst gewisse Schwierigkeiten zu lösen, welche sich der Durchführung des Verschmelzungsbegriffes in der Konsonanzlehre anscheinend von vornherein entgegenstellen, und auf welche doch weder die alten Schriftsteller noch die neueren, die sich diesen Begriff angeeignet haben, aufmerksam geworden zu sein scheinen.

1. Die Konsonanz aufeinanderfolgender Töne.

Vor allem entsteht die Frage, wie sich der Begriff bei aufeinanderfolgenden Tönen anwenden lässt. Denn Verschmelzung ist ein Phänomen gleichzeitiger Töne, fällt also, sollte man denken, bei der blossen Aufeinanderfolge hinweg. Alle Töne müssten dann dissonant oder vielmehr keins von beidem sein.

Die Schwierigkeit wird dadurch noch verstärkt, dass nach Versuchen, über welche demnächst berichtet werden soll, die Urtheile über die Reinheit von Konsonanzen bei aufeinanderfolgenden Tönen ebenso fein, speziell bei Terzen und Oktaven sogar viel feiner sind als wenn dieselben Töne zugleich angegeben werden, ein Verhalten, welches der gewöhnlichen Erwartung zuwiderläuft, aber mit voller Deutlichkeit aus den Tabellen hervorgeht. So erfolgten z. B. etwa 70 % richtige Urtheile bei einer Vergrösserung der grossen Terz um 2,18 Schwingungen, wenn die Töne aufeinanderfolgten, dagegen erst bei einer Vergrösserung um 5 Schwingungen, wenn sie gleichzeitig waren. Ebenso erfolgten etwa 90 % richtige Urtheile bei einer Verkleinerung der Oktave um 0,46 Schwingungen, wenn die Töne aufeinanderfolgten, dagegen ebensoviele erst bei einer Verkleinerung von 3,1 Schwingungen, wenn sie gleichzeitig waren.

Sehen wir zunächst von dieser besonderen Thatsache ab und halten uns nur an die allgemeine Frage, wie die Konsonanz aufeinanderfolgender Töne überhaupt erkannt werden kann, so hat gegenüber dieser Frage unstreitig die Lehre, welche die Verschmelzung auf Aehnlichkeiten zurückführt und sonach die Aehnlichkeit als das primäre Merkmal der Konsonanz betrachtet, einen

grossen Vortheil; denn die Aehnlichkeit bleibt natürlich auch bei der blossen Aufeinanderfolge bestehen.

Da wir aber diese Anschauung sonst nicht durchführbar fanden, müssen wir doch versuchen, die Antinomie auf Grund des Verschmelzungsbegriffes selbst zu lösen. Drei Thatsachen in Verbindung miteinander scheinen mir hierzu den Schlüssel zu bieten:

a) Die Verschmelzung bleibt auch erhalten, wenn wir zwei gleichzeitige Töne, statt sie wirklich zu hören, nur vorstellen. Dies ist eine Aussage der Erfahrung, von allen bestätigt, die hierüber beobachtet haben. Stellt man sich Oktaven vor, so hat man denselben Eindruck der Einheitlichkeit wie beim wirklichen Hören. Man kann sie gar nicht anders als mit dieser Eigenschaft vorstellen. Aehnlich bei der Quinte u. s. w. Nur infolge dieser Thatsache ist ein Komponiren ohne Instrumente möglich.

b) Jeder Empfindungsinhalt bleibt, nachdem die Empfindung selbst vorüber ist, noch eine Zeit lang als Vorstellung im Bewusstsein. Wenn wir einen nicht zu langen Satz hören, sind die bereits gesprochenen Worte noch dem Bewusstsein gegenwärtig, während das letzte ausgesprochen wird. Dadurch ist erst das Verständniss des Ganzen möglich. Ebenso bei einer Melodie, bei einer gesehenen Bewegung.[1]

Hieraus in Verbindung mit a) folgt ohne weiteres, dass auch

---

[1] Exner's „primäre Gedächtnissbilder", F. Brentano's „ursprüngliche Assoziationen" — nicht zu verwechseln mit den Nachempfindungen, die beim Ohr nur eine verschwindend kurze Dauer besitzen.

W. Stern hat kürzlich, angeregt durch F. Schumann, gegen die obige, sonst ziemlich allgemein anerkannte Lehre Einspruch erhoben (*Zeitschr. f. Psych.* XIII, 325 f.). Ich kann mich von der Triftigkeit seiner Ausführungen vorläufig nicht überzeugen, muss aber hier von einer Besprechung als zu weit führend absehen. Wenn wirklich die Lehre von den primären Gedächtnissbildern, jenen gleichsam abgeschiedenen Seelen der Empfindungen, die auf die lebendigen zurückwirken, noch einer Revision bedürftig und fähig ist und es sich nicht bloss um eine verschiedene Ausdrucksweise für dieselbe Thatsache der inneren Wahrnehmung handelt, so dürfte es doch nicht leicht fallen, die einfachste und genaueste Beschreibung für die Bewusstseinserscheinungen in dieser Richtung zu finden. Jedenfalls ist es an den Vertretern der neuen Anschauung, sie mit den Konsonanzthatsachen in Uebereinstimmung zu bringen. Man wird dann eben, wie mir auch F. Schumann mündlich andeutet, neben der gleichzeitigen eine successive Verschmelzung annehmen und sie entsprechend definiren müssen.

bei blosser Succession zweier Töne die Verschmelzung stattfindet. Der zweite Ton, der empfunden wird, verschmilzt mit dem ersten, der noch vorgestellt wird; oder sie verschmelzen, nachdem auch der zweite vorüber ist, beide als Vorstellungen; oder auch es wird, wenn man weiss, um welches Intervall es sich handelt und nur die Reinheit zu beurtheilen ist, der folgende Ton bereits während des ersten oder in der Zwischenpause vorgestellt und dann nur die Uebereinstimmung oder Abweichung der Intonation beim wirklichen Eintritt beurtheilt.

Es kann aber auch die Verschmelzung jedes der beiden aufeinanderfolgenden Töne mit einem gemeinschaftlichen dritten, der nur vorgestellt wird, erkannt werden. Wir können, wie Helmholtz und schon Frühere richtig bemerkt haben, bei dem Schritt von *c* zu *d* den Ton *g* mitvorstellen, mit welchem jeder der beiden Töne konsonirt (sogenannte indirekte Verwandtschaft). Welch' ungeheure Rolle überhaupt das gleichzeitige Vorstellen anderer Töne ausser den augenblicklich gehörten in der Musikauffassung spielt, wollen wir hier nicht näher auseinandersetzen. Wer auch nur über die Bedeutung der Tonika und Dominante für unsere Auffassung der Melodie nachgedacht hat, wird darüber nicht im Zweifel sein. „Es kommen, sagt der alte Ph. Em. Bach, bei der Musik viele Dinge vor, die man sich einbilden muss, ohne dass man sie wirklich hört.“ Die Verwandlung der Succession in Gleichzeitigkeit ist also nichts Künstliches und Besonderes, sondern ein durchaus allgemeiner und beständiger Zug unseres musikalischen Bewusstseins.

Man wende nicht ein, dass nach dieser Darstellung die melodische Folge von Tönen überhaupt in eine Art von Zusammenklang verwandelt werde, sei es auch in der blossen Vorstellung, dass es also auf dasselbe hinauskäme, wie wenn wir die Töne einer Melodie von vornherein alle auf einmal angäben. Es ist immer noch ein grosser Unterschied, ob wir etwas gleichzeitig vorstellen und ob wir es als Gleichzeitiges vorstellen. Wir stellen den ersten gehörten Ton gegenwärtig vor, aber nicht als gegenwärtigen, sondern mit dem Zeitindex der Jüngstvergangenheit; ebenso wie wir die Bewegung eines Körpers sehen, wobei ihre bereits vorübergegangenen Stadien unserem Bewusstsein noch gegenwärtig sind, doch nicht als einen ruhenden Körper von der Länge der ganzen Bewegung erblicken.

Auch den Einwand brauchen wir nicht zu fürchten, dass wir

uns nun doch zu dem bedenklichen Rekurs auf die Erinnerung gezwungen sähen, den wir oben bei der Kritik der HELMHOLTZschen Lehre als unthunlich bezeichneten. Einmal sind die primären Gedächtnissbilder, welche sich unmittelbar an die Empfindung schliessen, nicht identisch mit den Erinnerungsbildern, welche erst nach kurzer oder langer Zwischenzeit wieder auftauchen. Sodann und hauptsächlich ist der Unterschied, dass den einfachen Tönen gerade jenes Merkmal, auf das es der HELMHOLTZ'schen Theorie ankam, fehlte und bei der Erinnerung an zusammengesetzte Klänge nur noch deutlicher als fehlend erkannt werden musste, während das Merkmal der Verschmelzung den blossen Vorstellungen zweifellos zukommt und direkt an ihnen erfasst werden kann.

c) Wenn nun aus dem Gesagten begreiflich wird, dass wir überhaupt im Stande sind, aufeinanderfolgende Töne als konsonante zu erkennen, so bleibt doch noch die besondere Schwierigkeit zu lösen, dass die Reinheit eines Intervalls in solchem Fall ebenso gut, ja unter Umständen besser erkannt wird wie bei gleichzeitigen Tönen. Denn man könnte doch zunächst schliessen, dass bei der geringeren Intensität und Deutlichkeit der blossen Vorstellung gegenüber den Empfindungen das Urtheil in diesem Fall unsicherer würde und dass man überhaupt besser Empfindung mit Empfindung als Empfindung mit Vorstellung vergleichen könne.

Die Erklärung dürfte zum Theil wieder in einer allgemeineren Thatsache liegen. Es ist nicht bloss bei Intervallurtheilen, sondern es ist überhaupt so: Zwei Eindrücke werden, wie schon E. H. WEBER ausgesprochen hat, in jeder Hinsicht besser miteinander verglichen, wenn sie aufeinanderfolgen (oder nur durch eine ganz kurze Pause getrennt sind), als wenn sie gleichzeitig sind.[1] Bei gleichzeitigen Eindrücken finden wir uns oft, um zur vollen Klarheit zu gelangen, geradezu genöthigt, die einzelnen Glieder während der Dauer der Empfindung in der Vorstellung abwechseln zu lassen, d. h. die Aufmerksamkeit bald dem einen, bald dem anderen vorzugsweise zuzuwenden und so ein Surrogat der Aufeinanderfolge herzustellen. Auch die Vergleichung zweier Linien im Gesichtsfeld macht, wie man sich leicht überzeugen wird, keine Ausnahme hiervon.

[1] Vgl. hierüber *Tonpsych.* I, 100; II, 60—67.

Ob man nun diese allgemeine Thatsache selbst noch weiter erklären kann, ist nicht mehr eine Angelegenheit der Tonlehre. Für diese genügt es, erkannt zu haben, dass die darin etwa noch liegenden und der Aufklärung bedürftigen Paradoxien mit der besonderen Art, wie man die Konsonanz definirt, nichts zu thun haben.

Doch kommen ausser dieser allgemeinen Thatsache noch manche andere Umstände in Betracht. Der Unterschied zwischen der Schärfe des Reinheitsurtheils bei aufeinanderfolgenden und bei gleichzeitigen Tönen ist, wie erwähnt, von ungleicher Grösse bei verschiedenen Intervallen. Er scheint besonders gross zu sein für die Terzen und für die Oktaven, während die Quinten in der Aufeinanderfolge und in der Gleichzeitigkeit nahezu gleich gut beurtheilt werden. Dies dürfte mit der geringen Distanz der Terztöne voneinander und mit der starken Verschmelzung der Oktaventöne zusammenhängen. Die Quinten halten in beiden Beziehungen die Mitte und sind zugleich als das hauptsächlichste Stimm-Intervall vor allen anderen durch die Uebung begünstigt.

Es ist aber auch keineswegs nothwendig, dass das Kriterium, wonach wir den Konsonanzgrad eines Intervalls erkennen, zugleich für die Reinheit des Intervalls benützt werde. Vielmehr scheint es, dass kleine Abweichungen vom Reinheitspunkte sich uns vor allen Dingen durch ein eigenthümliches Gefühl kundgeben: zu kleine Intervalle berühren uns matt, fade, schal, zu grosse scharf, herb, gleichsam versalzen; und dies in gleicher Weise, mag es sich um Oktaven, Quinten oder Terzen handeln.

Auch die Lehre, welche die Konsonanz auf Aehnlichkeit zurückführt, muss hier zu einem Hülfskriterium greifen. Wenn gefragt wird, welcher von dreien, nur ganz wenig verschiedenen Tönen die reine Quinte zu einem gegebenen Ton bildet, so wird die Entscheidung sicherlich nicht nach dem Prinzip der grösseren Aehnlichkeit getroffen. So gestellt, würde die Frage vielmehr gar nicht verstanden.

Mit diesen etwas fragmentarischen Bemerkungen müssen und können wir uns hier begnügen, wo es nur darauf ankommt zu zeigen, dass die Thatsachen der Beurtheilung aufeinanderfolgender Töne nicht von vornherein mit dem Verschmelzungsprinzip unverträglich sind, nicht aber darauf, positiv alle Einzelheiten des Urtheilsherganges zu erklären.

2. Die Priorität der homophonen Musik.

Eine andere, anfänglich nicht minder bedenkliche Schwierigkeit gegen die Definition der Konsonanz durch die Verschmelzung gleichzeitiger Töne ist historischer und ethnologischer Art. Wenn das Grundphänomen der Musik nur in der Gleichzeitigkeit zu Tage tritt, sollte man da nicht erwarten, dass die Musik zuerst harmonisch, dann melodisch sein müsste, während der Gang der umgekehrte war? Und wie ist der weitaus überwiegende Gebrauch einstimmiger Musik unter den Völkerschaften der Erde zu begreifen?

Dass nach den vorangehenden Erörterungen die Verschmelzung sich infolge der Gleichzeitigkeit von Empfindung und Vorstellung auch bei aufeinanderfolgenden Tönen geltend macht, genügt nicht, um die Schwierigkeit zu heben. Denn es wäre eine sehr unwahrscheinliche Annahme, dass die Verschmelzungsunterschiede ursprünglich schon bei der blossen Aufeinanderfolge sich dem Bewusstsein aufgedrängt hätten. Zuerst müssen sie doch an wirklichen Empfindungen beobachtet worden sein.

Hier kommt nun eines der HELMHOLTZ'schen Prinzipien, das der Verwandtschaft durch gleiche Theiltöne, zu einer gewissen, wenn auch beschränkten Geltung. Sämmtliche in der Praxis angewandten Klänge enthalten mehr oder weniger Obertöne, und wir haben bereits hervorgehoben, dass mindestens bei der Oktave die dadurch bewirkte Aehnlichkeit der Klänge sich für das Bewusstsein geltend macht. So kann also die Wahrnehmung dieser Klangverwandtschaft zur Aussonderung der Oktave und vielleicht auch noch der Quinte unter der unendlichen Menge möglicher Tonkombinationen und zum Gebrauch dieser Intervalle in den ursprünglichsten Melodien beigetragen haben.

Allein, wenn auch hülfreich, ausreichend ist das Prinzip auch hier nicht; denn es ist im höchsten Masse unglaublich, dass die Urmusik sich bloss in Oktaven- und Quintenintervallen bewegt hätte. Und wenn man auch noch etwa die durch indirekte Verwandtschaft sich daraus ergebende Sekunde, den zweiten Ton unserer aufsteigenden Leiter, dazu nehmen wollte: es kommen mit diesem Tonmaterial c, d, g, c^1 immer noch ganz unsangbare Weisen heraus, die mit den primitivsten Melodien (wenn wir uns diese nach Analogie der gegenwärtigen Gesänge unter den Stämmen niederster Kultur vorstellen) keine Aehnlichkeit

besitzen. Indirekte Verwandtschaft höheren Grades aber, durch welche allerdings auch eine Art von Terz (die pythagoreische) gefunden werden kann, ist überhaupt nicht für das Bewusstsein vorhanden, jedenfalls nicht für das ursprüngliche. Diese Terzen sind ein Produkt des klügelnden Verstandes und der Rechnung. HELMHOLTZ selbst sagt S. 422: „Das Intervall der Terz ist schon nicht mehr so deutlich durch leicht wahrnehmbare Obertöne begrenzt, dass es sich von vornherein dem Ohr ungeübter Musizirender bestimmt aufgedrängt hätte.“ Vgl. S. 584.

Hierzu kommt noch, dass wir uns, wenn für die melodische Musik nur das Prinzip der Verwandtschaft, für die harmonische aber das der Verschmelzung herangezogen würde, dem Vorwurf einer doppelten Definition, den wir bei HELMHOLTZ bedenklich fanden, gleichfalls aussetzen würden.

In der That lässt sich nun, wie ich glaube, das Verschmelzungsprinzip doch auch für die früheren Entwickelungsstadien der Musik durchführen; doch muss ich mich hier dem ungeheuren Material gegenüber auf wenige Andeutungen beschränken.

Vor allem verlangt das Prinzip gar nicht, dass die Musik im Anfang harmonisch oder mehrstimmig gewesen sein müsste, sondern nur: dass die Entdeckung und Auswahl der Intervalle, die in der Melodie gebraucht wurden, durch Phänomene des gleichzeitigen Hörens veranlasst wurde. Nun ist es gewiss nicht unwahrscheinlich, dass bei den ersten rohen und zufälligen Versuchen des Singens oder der Tonerzeugung mit ausgehöhlten Knochen oder sonstigen Hohlräumen oder mit gespannten Saiten auch gelegentlich gleichzeitige Töne und unter diesen ausser vielen anderen auch die Oktave zum Vorschein kam, deren einheitlicher Klang dann wohl die Aufmerksamkeit fesseln und zur Wiederholung reizen mochte. Auf ähnlichem Wege, aber von nun an wohl auch durch förmliche Versuche von Seiten tonfreudiger Individuen, konnten dann in langen Zeiten auch die geringeren Verschmelzungsstufen, Quinten, Quarten, Terzen gefunden und auf Instrumenten fixirt werden, mit denen dann dieselben Töne auch nacheinander zu Gehör gebracht wurden. Die so entstehenden Melodien wurden dann durch die Stimme nachgeahmt, und es begreift sich, dass nun dieses bequemste und natürlichste Instrument die Oberhand gewann, und dass bei der Schwierigkeit des gleichzeitigen Sir

in abwechselnden Intervallen die Musik zunächst einen wesentlich melodischen Charakter annahm.

Wir schreiben also den Instrumenten mit fixirbaren Tönen einen sehr wesentlichen Antheil an den ersten Anfängen der Musik zu. Singen ohne feste Stufen, welches schon viel früher geübt sein mochte, kann noch nicht als Musik im eigentlichen und engeren Sinne bezeichnet werden. Diese beginnt, wenn wir überhaupt eine Grenzbestimmung geben wollen, erst mit der Einführung fester Intervalle. Und hierfür konnte das Singen nur in der eben angeführten Weise neben anderen Tonquellen dienen, insofern einzelne Oktaven oder Quinten, z. B. beim gleichzeitigen Ausrufen eines Signals, zum Vorschein kamen und dann um des einheitlichen Eindrucks willen wiederholt wurden.

Weiter ist es nun aber auch keineswegs richtig, die Musik bis zum 9. Jahrhundert n. Chr. und ebenso die gegenwärtige Musik unzivilisirter Völker kurzweg als eine homophone zu bezeichnen. Streng genommen hat es wahrscheinlich niemals bloss homophone Musik gegeben. Zum mindesten das Singen in Oktaven findet sich, soweit wir verfolgen können, überall und alle Zeit. Wenn wir solchen Gesang Unisono nennen, so ist er doch genauer gesprochen schon ein Duo, und es ist diese Art des Zusammensingens nichts weniger als selbstverständlich. Aber nicht bloss das wichtigste aller Intervalle wurde fortwährend in gleichzeitiger Verbindung gebraucht: auch Quinten- und Quartenparallelen finden sich, wenngleich seltener, bei den Naturvölkern; wie ja auch bei uns sogenannte Natursänger öfters in dieser Weise zusammensingen.[1]

An die Quinten- und Quartenparallelen zur Zeit HUCBALD's mögen wir hier gleichfalls denken. Doch ist vielleicht der Unterschied, dass die quintirenden Natursänger, die zivilisirten wie die unzivilisirten, meistentheils der Meinung sind, einstimmig zu singen, und mehr unwillkürlich, infolge ungleicher Stimmlage, auf die Quinten verfallen, während die singenden Mönche sehr wohl wussten, dass sie nicht einstimmig sangen. Die trotz des Mehrklangs entstehende einheitliche Verschmelzung erschien ihnen als ein grosser Reiz, als eine wahre „Süssigkeit", ähnlich wie uns die Terzenparallelen. Die Motive dagegen, die für uns

[1] Vgl. *Tonpsych.* II, 179.

die Quintenparallelen widerwärtig machen, waren für sie noch nicht vorhanden, da sie sich erst in der Entwickelung des modernen Akkordsystems geltend machen konnten.

Nun ist noch in Betracht zu ziehen, dass die den Gesang begleitenden **Instrumente**, wo solche im Gebrauch sind, vielfach dazu benutzt werden, durch das gleichzeitige Angeben gewisser Fundamentaltöne oder auch nur eines einzigen dem Intervallbewusstsein der Singenden eine Stütze zu geben. Auch so entsteht eine gewisse Mehrstimmigkeit. Die Instrumente leisten damit der Entwickelung und Festigung des musikalischen Bewusstseins, auch des melodischen, einen zweiten wesentlichen Dienst. Dies lässt sich durch sehr zahlreiche Beispiele exotischer Musik nachweisen. Es liegt darin eine Analogie zu dem sogenannten profanen Organum, bei welchem ebenfalls eine Stimme auf dem gleichen Tone liegen bleibt, während die andere sich melodisch bewegt und dadurch alle möglichen gleichzeitigen Intervalle zur ersten hervorbringt.

In ethnologischer Hinsicht ist besonders zu vergleichen: R. Wallaschek, Primitive Music. 1893. Ch. IV. Wenn ich auch diesem Forscher in vielen anderen Punkten, z. B. hinsichtlich der Entstehung der Leitern aus den Eigenthümlichkeiten der Instrumente (S. 156 f.), nicht beistimmen kann, so scheint mir doch das meiste, was er in jenem Kapitel über den früheren Gebrauch der Harmonie, des Dur und Moll und der chromatischen Leitern auf Grund eines reichen Materials beibringt, richtig zu sein.

Ueber Indianergesänge, welche für das Studium bis jetzt weitaus am ergiebigsten und interessantesten sind, vgl. Th. Baker, „Ueber die Musik der nordamerikanischen Wilden". 1882. Ferner meine beiden Studien: „Lieder der Bellakula-Indianer", Vierteljahrsschrift f. Musikwissenschaft 1886, und „Phonographirte Indianermelodien" mit Bezug auf Gilman's phonographische Aufnahmen, ebendas. 1892. Ferner F. Boas in den Berichten der British Association 1890 (Report VI) und 1895 (Report X), Journal of American Folk-Lore. Vol. I. 1888. Nr. 2. Internationales Archiv für Ethnographie IX. 1896. Suppl.

Neuerdings haben Alice Fletcher und J. C. Fillmore, letzterer auch manchmal in Verbindung mit F. Boas, den Versuch gemacht, verschiedenen Indianerstämmen ihre eigenen Melodien mit einfachen Harmonisierungen vorzuführen, und behaupten, dass die Indianer die Lieder bei bestimmten Harmonisierungen als die ihrigen wiedererkannten, bei anderen

dagegen nicht, und dass jene Harmonisirungen sie sehr befriedigten. Fillmore schliesst daraus, dass eine gewissermassen latente Harmonie ihnen vorschwebe. Es ist schwer für Jemand, der solchen Versuchen nicht selbst beigewohnt hat, sich ein entschiedenes Urtheil über ihre Beweiskraft zu bilden. Obschon man nach den unzähligen Willkürlichkeiten und Dilettantismen, welche bei der Wiedergabe exotischer, einstimmig gesungener Melodien durch beigegebene Harmonisirung von jeher begangen wurden, solchen Behauptungen von vornherein das äusserste Misstrauen entgegenbringen muss, will ich doch gestehen, dass mir der anfängliche Unglaube in diesem Fall angesichts der genauen Beschreibung der Versuchsumstände und der wissenschaftlichen Befähigung der Berichterstatter zum Theil geschwunden ist. Nur zum Theil, weil mir die Möglichkeit von Suggestionen, namentlich bei der Benützung von Dolmetschern, nicht ausgeschlossen scheint.

Soviel allerdings ist gewiss und musste schon vorher jedem auffallen, dass unter den Indianergesängen, von denen uns jetzt eine grosse Menge in glaubwürdigster Form vorliegen (und die den unsrigen, nebenbei gesagt, weit verwandter sind als die erhaltenen altgriechischen Melodien) ein ganz beträchtlicher Theil sich ausschliesslich in Tönen des Dur- oder Moll-Dreiklanges bewegt, und dass die übrigen, welche mehr Töne enthalten, sich unseren Dur- und Moll-Leitern ohne weiteres fügen. Dieser Umstand legt uns in der That nicht bloss die Versuchung der Harmonisirung für unsere eigenen Ohren nahe, sondern lässt auch die Behauptung einer „latenten Harmonie", die freilich psychologisch noch näher zu präzisiren wäre, plausibel erscheinen.

Fillmore erstreckt die Formulirung seiner Behauptung auf alle exotischen Gesänge überhaupt. Aus theoretischen Gründen könnte man wohl dem zuzustimmen geneigt sein, doch wären vorerst ähnliche Versuche auch bei anderen Völkerstämmen vorzunehmen, da die bisherigen allerdings nur unsystematischen Beobachtungen vielmehr dahin gehen, dass Harmonisirungen ihnen widerstreben.

Die mir bekannt gewordenen Arbeiten der genannten Gelehrten hierüber sind folgende: 1. die gemeinschaftliche Arbeit von A. Fletcher, La Flesche und Fillmore: A Study of Omaha Indian Music — Papers of Peabody Museum, Vol. I. No. 5 (1893); 2. die Schriften Fillmore's: Memoirs Internat. Congr. of Anthropology, Chicago, p. 158. Journal of American Folk-Lore 1893, p. 285; 1895, p. 138. Journal „Music" V, No. 1, p. 39; No. 3, p. 281; VI, No. 6, p. 649. In demselben Bande No. 2, p. 188 auch ein Aufsatz von A. Fletcher.

Ueber FILLMORE's und andere neue Arbeiten hat sich auch R. WALLASCHEK ausgesprochen: „Musikalische Ergebnisse des Studiums der Ethnologie", Globus Bd. 68, Nr. 7.

Das Verschmelzungsprinzip dürfte also, statt den urgeschichtlichen und ethnologischen Thatsachen zu widerstreiten, vieles davon dem Verständniss näher bringen. Diesen Andeutungen sei nur noch hinzugefügt, dass auch für das klassische Alterthum keineswegs streng homophone Musik angenommen werden darf. Die Akten darüber dürfen nun wohl bald geschlossen werden, wenn nicht etwa noch wesentliches Material entdeckt wird.[1] Es wäre auch, wie schon BOECKH betonte, mehr als wunderlich, dass die Definition der Konsonanz durch das Verschmelzen gleichzeitiger Töne gerade bei den Griechen so allgemein zur Geltung gekommen wäre, wenn sie niemals gleichzeitige Töne gebraucht hätten. GEVAERT, der weit entfernt ist, ihnen eine Harmonie in unserem Sinne zuzuschreiben, sagt doch geradezu: Chez les anciens comme chez les modernes le système musical se fonde sur l'harmonie simultanée.[2] Gewiss ist, dass sie ihre Instrumente durch gleichzeitiges Angeben der Quinten, bezw. Quarten stimmten. Ausserdem weisen aber mannigfaltige Aeusserungen der Schriftsteller darauf hin, dass durch das Instrument zur Gesangmelodie an verschiedenen Stellen bestimmte Intervalle hinzugefügt wurden.

Als eine **Mehrstimmigkeit in unserm Sinn** ist dies alles freilich nicht zu fassen. Dazu gehören vor allen Dingen **Dreiklänge**, dazu gehört eine bestimmte Abwechslung von Akkorden, deren Grundschema die Kadenz aus den Dreiklängen der Tonika, Subdominante und Dominante ist, dazu gehört eine gewisse Stimmführung, welche den Uebergang eines Akkordes in einen anderen, die Auflösung der Dissonanzen bewirkt u. s. w. Von alledem kann bei den Griechen nicht die Rede sein, und insofern wollen wir der Unterscheidung der neueren Musik von der alten durch das Merkmal der Mehrstimmigkeit nicht widersprechen. Aber was trotzdem an Gleichzeitigkeit der Töne alle Zeit vorhanden war und bei unzivilisirten Völkern vorhanden

[1] Eine vorzügliche kritische Sichtung der Ergebnisse findet man bei GUHRAUER in den „Commentationes Martino Hertz dedicatae" 1888.

[2] F. A. GEVAERT. Histoire et théorie de la musique de l'antiquité I,

ist, dürfte genügen, um die anfängliche Schwierigkeit gegen das aufgestellte Merkmal der Konsonanz zu lösen, da es genügt, um für den melodischen Gebrauch der Intervalle die ersten Anlässe und die weitere Unterstützung zu bieten. Eine beständige wirkliche Gleichzeitigkeit der verschmelzenden Töne ist ja, wie wir erkannt haben, keineswegs erforderlich, um den Verschmelzungsgrad zu erfassen.

Siebentes Kapitel.

Grundlinien der Konsonanzlehre.

Stehen sonach prinzipielle Hindernisse nicht entgegen, die Verschmelzungsthatsachen zur Definition der Konsonanz zu benutzen, so bleibt noch zu untersuchen, in welcher Form die Definition gegeben werden kann, um als Grundlage für den Aufbau der Musiktheorie zu dienen. Es muss gezeigt werden, wie die Konsonanzen unter sich und von den Dissonanzen geschieden werden können, wie der Begriff des Intervalls, der Verwandtschaft, der Tonleiter gebildet werden kann, und worin neben den gleichbleibenden Grundzügen, die aller Musik gemeinsam sind, auch die Möglichkeit von Veränderungen in den Grundelementen ihre Wurzel hat; während die Erklärung der Veränderungen im einzelnen der historischen und ethnologischen Forschung überlassen bleibt.

1. Wir müssen hier zuerst wieder einige bereits anderwärts erörterte Punkte um des Zusammenhangs willen rekapituliren. Halten wir uns innerhalb des Bezirks einer Oktave, so zeigt die direkte Beobachtung mit voller Deutlichkeit folgende Hauptstufen der Verschmelzung: erstens die der Oktave, zweitens die der Quinte, drittens die der Quarte, viertens die der beiden Terzen und Sexten, fünftens die aller übrigen Intervalle. Wir haben dabei einstweilen den Ausdruck Intervalle und die gebräuchlichen Intervallnamen benutzt, können aber auch, wenn man einen logischen Zirkel dahinter wittert, die bekannten Verhältnisszahlen der objektiven Töne dafür einsetzen.

Zwischen den Terzen und Sexten, ebenso zwischen grosser und kleiner Terz oder Sexte mögen noch feine Verschmelzungs-

Unterschiede bestehen, aber dass sie für unser gegenwärtiges Gehör deutlich und unbestreitbar hervorträten, lässt sich kaum behaupten. Eher kann man die Meinung vertreten, dass zwischen dieser und der letzten Gruppe noch eine Uebergangsgruppe einzuschalten sei, bestehend aus den Verhältnissen 4 : 7 (Ton *i*), 5 : 7 und etwa auch 6 : 7. Wir kommen auf diese bald zurück.

Dass Meinungsverschiedenheiten in den eben genannten Punkten bestehen können, erklärt sich aus dem Gesetz, dass mit der abnehmenden Verschmelzung zugleich auch die Unterschiede der Verschmelzungsstufen untereinander geringer werden. Die grösste Kluft ist zwischen der Oktave und Quinte, eine geringere schon zwischen Quinte und Quarte u. s. w. Wahrscheinlich besitzen selbst die hier unter der niedersten Stufe zusammengefassten Tonkombinationen noch eine Anzahl von Unterschieden der Verschmelzung, die auch dem geschultesten gegenwärtigen Ohr entgehen, aber eben darum auch für die Theorie der gegenwärtigen und bisherigen Musik irrelevant sind.

Auf Grund dieser Thatsachen und Erwägungen könnte man zunächst als Konsonanzen definiren: alle zu den höheren Verschmelzungsstufen gehörigen Tonkombinationen; als Dissonanzen: alle zu der niedersten (deutlich unterschiedenen) Verschmelzungsstufe gehörigen Kombinationen.

Aber ehe wir diese Definition uns zu eigen machen, müssen drei Punkte noch in Erwägung gezogen werden:

Erstens: wenn unter den Terzen und Sexten, ebenso unter den grossen und kleinen Terzen keine deutlichen Verschmelzungsunterschiede bestehen, was unterscheidet diese Tonstufen noch in unserm Bewusstsein?

Zweitens: wenn unter der letzten Verschmelzungsstufe keine erheblichen Verschmelzungsunterschiede bestehen, wodurch unterscheiden sich die musikalisch brauchbaren Dissonanzen von den blossen Verstimmungen? und wodurch die schärferen und die weniger scharfen Dissonanzen?

Drittens: worauf beruht das fast allgemeine Urtheil der Musiker, dass zwischen Konsonanz und Dissonanz ein mehr als gradueller, ein spezifischer Unterschied sei?

Die Erörterung dieser Fragen lehrt, dass der Verschmelzungsbegriff nicht für sich allein hinreicht, die Struktur und Leistungen des musikalischen Bewusstseins begreiflich zu machen, dass aber

die Definition der Konsonanz selbst einer Ergänzung gleichwohl nicht bedarf.

2. Die Untersuchung des ersten Fragepunktes führt uns sogleich auf den Begriff des Intervalls. Terzen und Sexten sowie grosse gegenüber kleinen Terzen oder Sexten unterscheiden sich voneinander innerhalb der gleichen Verschmelzungsstufe dadurch, dass sie von einem bestimmten Ausgangston aus in bestimmter Richtung ungleiche Abstände repräsentieren. Von einem gegebenen konkreten Ton, z. B. c^1, ausgehend können wir innerhalb der Oktave viermal die gleiche Verschmelzungsstufe herstellen, wenn sich der zweite Ton von jenem Ausgangspunkt successive in gleicher Richtung entfernt. Wir wollen den Abstand der Intervalltöne in solchem Fall (also bezogen auf einen bestimmten Ausgangston und eine bestimmte Richtung) kurz den relativen Abstand nennen.

Ein konsonantes Intervall im musikalischen Sinn ist daher ein Tonverhältniss, welches primär durch eine der höheren Verschmelzungsstufen, sekundär aber, d. h. bei gleicher Verschmelzung, durch den relativen Abstand der beiden Töne gegeben ist.

Es wäre verkehrt, zu sagen, dass ein Intervall überhaupt durch den Abstand zweier Töne voneinander (den absoluten Abstand) gegeben sei. Die grosse Terz besitzt nicht schlechthin eine grössere Distanz der beiden Töne als die kleine. Man kann nicht behaupten, der Abstand c^1—e^1 sei grösser als *C*—*Es*. Einunddasselbe Tonverhältniss, z. B. 2 : 3 (Quinte), liefert uns in der tiefen Region Töne, die einander viel ähnlicher sind, d. h. einen geringeren Tonabstand besitzen, als in der mittleren Region. Sagt man, dass doch in beiden Fällen drei Ganzton- und eine Halbtonstufe zwischen den Tönen liegen, so fragt sich eben wieder, ob die Ganz- und Halbtonstufen in der Tiefe für unsere Empfindung nicht geringere Abstände repräsentiren als in der Mitte. Daher ist es völlig verfehlt, das musikalische Intervall als einen bestimmten Abstand zweier Töne zu definiren, wie dies seit den Zeiten des Aristoxenus fort und fort geschehen ist.

Auf die vielen Argumente, aus denen hervorgeht, dass beide Begriffe sich nicht decken, brauchen wir wohl nicht noch einmal zurückzukommen [1], da allmählich hierüber Ein-

[1] Vgl. *Tonpsych.* I, 249, 337 f. II, 403, 409; ferner meinen Aufsatz „Ueber Vergleichung von Tondistanzen“, *Zeitschr. für Psychol.* I, 419 f.

helligkeit, unter den Psychologen wenigstens, erzielt scheint. Für weitere Kreise mag vielleicht folgende Erwägung den Unterschied besonders deutlich machen. Wenn es richtig ist — was Niemand leugnen wird —, dass die tonale Wirkung einer Melodie wesentlich auf den Intervallen der darin aufeinanderfolgenden Töne, nicht auf der absoluten Tonhöhe beruht, und wenn die Intervalle sich nur durch den Abstand der Töne voneinander unterschieden, dann müssten wir eine Melodie auch in verkleinertem oder vergrössertem Massstabe wiedergeben und verstehen können. Wir könnten dann also z. B. die ganze Melodie „Leise, leise, fromme Weise“, welche sich im Tonraum einer Dezime bewegt, in den Tonraum eines Ganztones oder einer Quarte einzwängen, oder wir könnten sie auf eine Duodezime auseinanderdehnen, indem alle vorkommenden Tonabstände in entsprechenden Maassstäben verkleinert oder vergrössert würden, der Rhythmus aber derselbe bliebe. Die Melodie müsste hierbei durchaus verständlich bleiben und die Wirkung eine ähnliche sein wie bei einer verkleinerten oder vergrösserten Kopie eines schönen Gemäldes: etwas geht dabei wohl an Wirkung verloren, da der Künstler auch mit den absoluten Dimensionen rechnet, aber das Wesentlichste, die Verhältnisse, bleibt ungeändert. Wir brauchen aber nicht zu sagen, dass eine so verkleinerte oder vergrösserte Melodie absolut sinnlos wäre: ein Zeichen, dass Abstand und Intervall zweierlei ist.[1]

Die musikalischen Intervalle sind also in erster Linie durch den Verschmelzungsgrad ihrer Töne festgelegt. Dadurch allein sind für unser Ohr die ersten festen Punkte in der an sich ganz stetigen Tonreihe gegeben und ihre Auswahl aller Willkür entzogen. Aber die konsonanten Intervalle von gleicher Verschmelzung unterscheiden sich voneinander durch die Verschiedenheit des Abstandes, bezogen auf einen bestimmten Ausgangston und eine bestimmte Richtung. Dies ist die Bedeutung des Distanzbegriffes für den Intervallbegriff.

Mit der obigen Definition des Intervallbegriffes soll nicht gesagt sein, dass sich das musikalische Bewusstsein im einzelnen Fall, wenn sich's um die Erkennung und Benennung eines Intervalls handelt, stets der angegebenen beiden Kriterien in dieser

[1] Zu dieser Erwägung bin ich, wenn ich mich recht erinnere, durch F. Brentano angeregt worden.

Folge bediene; sondern nur dass sie logisch genügen, um die Erscheinungen und Begriffe durch Merkmale von unzweifelhafter psychologischer Realität zu definiren.

Innerhalb einer engbegrenzten Tonregion, z. B. der eingestrichenen Oktave oder nur ihrer oberen Hälfte, ist natürlich ein bestimmtes Intervall auch durch eine bestimmte Distanz der Töne ausreichend charakterisirt, und wir lernen mit fortschreitender Uebung es auch durch dieses Merkmal wiederzuerkennen. Man kann wohl auch dies noch zugeben und hervorheben, dass innerhalb der zwei bis drei mittleren und meistgebrauchten Oktaven die Veränderungen der Distanz bei einunddemselben Intervall geringfügig genug sind, um uns nicht irrezuführen. Wie sehr wir in der That gewohnt sind, bei Intervallurtheilen doch auch diese uns bekannten und vertrauten Tonabstände als Kriterium mitzubenützen, sieht man daraus, dass bei Intervallen ungewohnter einfacher Töne, die eine Distanz von mehr als zwei Oktaven haben, das Urtheil selbst geübter Musiker unsicher werden kann, und dass man dann die beiden Töne zuerst in die gleiche mittlere Oktave transponirt (am besten mit Hilfe des Nachsingens), um dann erst sein Urtheil abzugeben. Ferner ist es in derselben Weise zu deuten, wenn in der Tiefe, in der grossen Oktave und darunter, bei einfachen Tönen das Intervall leicht zu klein geschätzt, eine grosse Terz etwa als Sekunde bezeichnet wird, weil hier eben die Distanz der beiden Töne geringer ist als bei grossen Terzen der mittleren Region (vgl. *Tonspych.* II, 404). In anderen Fällen freilich, z. B. bei sehr kurzer Dauer der Klänge, verwechselt man auch einmal Terzen mit Sexten, wegen der gleichen Verschmelzung. Es wirken also beide Kriterien in der Praxis zusammen.

Aber die Distanz ist auch nicht das einzige Hilfskriterium. Singgewohnte nehmen ganz wesentlich die mit dem Singen eines Intervalls verknüpfte Veränderung des Muskelgefühls zu Hülfe, die aber wiederum für ein bestimmtes Intervall nur innerhalb eines engbegrenzten Tongebietes die gleiche Grösse besitzt. Ebenso ist ja auch für die Erkennung der absoluten Tonhöhe eines Tons das Nachsingen Vielen eine wesentliche Erleichterung, und doch kann man die Tonhöhe nicht durch Muskelgefühle definiren.

Dazu kommen gelegentlich noch weitere Anhaltspunkte: Anfänger pflegen, um ein Intervall zu erkennen, die Stufen der diatonischen Leiter zu singen (oder sich wenigstens vorzustellen),

welche von einem Ton des Intervalls zum anderen hinführen; oder sie denken an eine bekannte Melodie, welche mit diesem Intervall anfängt u. s. w. Aber alle diese nach der individuellen Gewöhnung wechselnden mittelbaren (sekundären) Kriterien gehören nicht zu den Merkmalen, durch welche das Intervall seinem Wesen nach bestimmt ist, und welche darum auch für das musikalische Bewusstsein, wenn alle übrigen versagen oder sich widersprechen, in erster und letzter Instanz entscheidend sein müssen.

3. Die zweite Frage, wie die musikalisch brauchbaren Dissonanzen von den blossen Verstimmungen geschieden werden können, führt zum Begriff der Tonverwandtschaft. Bereits Helmholtz hat einen solchen Begriff formulirt und benutzt, aber in der Fassung der Klangverwandtschaft, da ihm Verwandtschaft eben nur zwischen Klängen mit Obertönen möglich und durch die Obertöne gegeben schien. Nunmehr ist es uns aber auch möglich, von Verwandtschaft bei einfachen Tönen zu reden. Der Begriff schliesst sich ohne Weiteres an den der Konsonanz an.

Wir nennen direkt verwandt oder verwandt im ersten Grade zwei Töne, welche untereinander konsoniren (in höheren Graden verschmelzen). Indirekt verwandt und zwar verwandt im zweiten Grade nennen wir zwei Töne, deren jeder mit einem und demselben dritten Ton konsonirt, z. B. *c* und *d* oder *c* und *h* (durch *g* verwandt), oder *c* und *cis* (durch *a* oder durch *e* verwandt).

Allgemeiner gesprochen kann man indirekt verwandt zwei Töne nennen, welche durch einen oder mehrere Töne untereinander in der Art verbunden werden können, dass jeder Ton in der Reihe mit seinen Nachbarn konsonirt. Die Verw
schaft ist sovielten Grades als konsonante Intervalle
dem ersten und letzten Gliede der Reihe liegen.
wenn wir durch aufsteigende Quinten- und absteig
schritte von *c* zu *g*, *d*, *a*, *e* fortgehen, zwischen *c*
(der pythagoreischen Terz) eine Verwandtschaft vi
Aber diese indirekten Verwandtschaften höheren
zunächst eine rein theoretische Möglichkeit;
psychologische Realität besitzen, ob wir wi
zwei gleichzeitigen oder aufeinanderfolgen
Konsonanz untereinander zu erkennen, z

als Verbindungsglieder hinzudenken, ist fraglich, und in keinem Falle würde ein so umständlicher Prozess, rasch vollzogen, zu einiger Sicherheit in Bezug auf die Intonation des fraglichen Intervalls führen können. Mir ist kein Zweifel, dass das Bewusstsein der alten Griechen die Terz niemals in dieser Weise erfasst hat, wenn auch die Theorie das Intervall in solcher Weise deduzirte. Jedenfalls genügen die Verwandtschaften ersten und zweiten Grades, um die allgemeinsten Grundzüge unserer Musik zu erklären.

Ausser den Verwandtschafts-Graden kann man auch noch die Arten der Verwandtschaft unterscheiden, je nach der Art der Intervalle, durch welche man von einem Ton zum anderen fortschreitet. Es genügt, Quintverwandtschaft, Terzverwandtschaft und Quint-Terzverwandtschaft zu unterscheiden. Vom d zu *d* gelangen wir durch zwei Quintenschritte *c—g—d*¹ und einen Oktavenschritt *d*¹—*d*. Den letzteren rechnen wir nicht mit, aus weiter unten (5. und 9.) zu erörternden Gründen, sprechen hier also nur von Quintverwandtschaft. Wir können aber auch von *c* eine Quinte aufwärts und dann eine Quarte abwärts gehen. Dieser Quartenschritt abwärts ist äquivalent mit dem zweiten Quintenschritt aufwärts und der nachfolgenden Oktaventransposition. Wir betrachten ihn daher, da die Oktaventransposition nicht gerechnet werden soll, als äquivalent mit dem Quintenschritt *g—d*¹ und sprechen demzufolge auch in diesem Falle nur von Quintverwandtschaft.

Aehnliches gilt bezüglich der Terzen und der Sexten. Von *c* kommen wir durch zwei grosse Terzenschritte zu *e* und *gis*. Ebendahin können wir auch gelangen, wenn wir von *e* zu *c*¹ und dann eine kleine Sexte abwärts gehen. Ebenso: von *c* zu *fis* kommen wir durch zwei kleine Terzen abwärts und eine Oktave aufwärts, aber auch ohne Oktaventransposition durch die grosse Sexte auf- und die kleine Terz abwärts. Wegen dieser Aequivalenz der grossen Terz mit der Oktave minus kleiner Sexte und der kleinen Terz mit der Oktave minus grosser Sexte brauchen wir nicht eigens von einer Sextenverwandtschaft zu reden. Aber auch die Verwandtschaft durch grosse und die durch kleine Terzen, letztere z. B. bei *c—es—ges*, unterscheiden wir nicht als besondere Art, da wir grosse und kleine Terz zur gleichen Verschmelzungsstufe rechnen. Mögen feinere Unterschiede sich hier mit der Zeit noch merklich machen, vorläufig genügt es für

die Beschreibung der musikalischen Bewusstseinsthatsachen, wenn wir die obigen drei Verwandtschaftsarten auseinanderhalten.

Eine Quint-Terzverwandtschaft (gemischte Verwandtschaft) findet Statt z. B. zwischen *c* und *h* durch *c—g—h*.

Da die Konsonanz der Quinten und der Quarten stärker ist als die der Terzen und Sexten, so ist wohl auch die Quintverwandtschaft leichter erkennbar als die Terzverwandtschaft. Man kann sie insofern als die stärkere Verwandtschaft bezeichnen.[1]

Durch die Verwandtschaft nun wird aus der unendlichen Zahl der Tonkombinationen, die wir unter die letzte Verschmelzungsstufe subsumirten, eine kleine Anzahl fester Stufen ausgeschieden, die allein musikalisch verwendbar sind. Dadurch entstehen die Tonleitern, d. h. diejenigen Töne innerhalb einer Oktave, die zur Melodiebildung und Harmonisirung bei einer Nation verwendet werden. Es giebt meines Wissens keine Tonleitern aus bloss direkt verwandten Tönen, überall sind auch indirekt verwandte eingeschaltet und dafür einige von den direkt verwandten ausgeschaltet. Im übrigen gehen wir hier nicht auf die Struktur und die Entstehungsweise der einzelnen Leitern ein.

Natürlich sind die Konsonanzen auch indirekt untereinander verwandt, *c* mit *g* auch durch *e*, *e* mit *g* durch *c* u. s. w. Aber hier fasst unser Gehör wenigstens Zweiklänge oder zwei aufeinanderfolgende Töne der Regel nach als direkt verwandt auf und versteht ihr gegenseitiges Verhältniss als eine direkte Verschmelzung untereinander.[2]

---

[1] Im Grunde würde darum hierauf auch besser der Ausdruck „Grade der Verwandtschaft" angewandt als auf den Unterschied der direkten und indirekten Verwandtschaft, der seinerseits besser als Artunterschied be- zeichnet würde. Aber es ist der Ausdruck Verwandtschaftsgrad in A zu den physischen Verwandtschaftsgraden hier nun einmal eingefü

[2] HELMHOLTZ sah sich in der Entwickelung seiner Prinzipien lasst, für die kleine Sexte nur indirekte Verwandtschaft gelten zu Aber dies ist eben wieder eine Konsequenz, die dem musikalischen offen widerspricht. Die kleine Sexte konsonirt so direkt wie die und wie die beiden Terzen.

Man muss sich bei den Sexten nicht etwa durch den Umstand täusc lassen, dass wir geneigt sind, zu *c—as* oder *c—a* *f* oder *F* hin Dies ist eine Folge unserer gegenwärtigen Gewohnheit, in Akl

Bei konsonanten Drei- und Mehrklängen, wo alle Töne untereinander konsoniren, findet von selbst zugleich indirekte Verwandtschaft je zweier Töne untereinander durch Vermittelung der übrigen gleichzeitig wirklich gehörten statt. Ob hier vielleicht doch auch diese indirekte Verwandtschaft nebenbei mit erfasst wird, wollen wir dahingestellt sein lassen.

Nunmehr können wir die oben für die konsonanten Intervalle aufgestellte Definition so erweitern, dass sie auch die dissonanten umfasst: „Ein Intervall im musikalischen Sinn ist ein Verhältniss zweier Töne, welches gegeben ist primär durch ihre Verwandtschaft, sekundär aber, d. h. bei gleicher Verwandtschaft, durch den relativen Abstand der beiden Töne."

Alle Tonverhältnisse, welche nicht eine von unserm Ohr erkennbare Verwandtschaft der Töne aufweisen, mögen sie sich auch arithmetisch in ganzen Zahlen ausdrücken lassen, bleiben aus dem Begriff des Intervalls im musikalischen Sinne ausgeschlossen, oder sie können nur als verstimmte, unreine Intervalle von uns aufgefasst und bezeichnet werden.

4. Bleibt die Frage, wie wir zu Gradunterschieden unter den dissonanten Intervallen selbst kommen, und die weitere Frage, wie der Eindruck eines spezifischen Unterschiedes zwischen Konsonanz und Dissonanz entsteht, während die Verschmelzungsstufen nur graduell verschieden sind. Auf die letzte, die wir zuerst behandeln, lässt sich aus dem Vorhergehenden theilweise, aber auch nur theilweise die Antwort ableiten.

Wir haben uns gewöhnt, bei den höheren Verschmelzungsstufen die verwandtschaftlichen Beziehungen der Töne zu einander direkt zu erfassen, bei den Intervallen der untersten Stufe dagegen indirekt. Es ist schon dadurch ein Gegensatz gegeben, der diese Klasse nicht als eine Fortsetzung der Reihe in gleichem Sinn erscheinen lässt, der uns veranlasst, sie als eine Gruppe für sich den sämmtlichen übrigen zusammengenommen gegenüberzustellen. An sich könnten wir sie freilich auch als bloss graduelle Fortsetzung jener auffassen, aber die

---

Dieselbe Gewohnheit kann uns auch dazu führen, zu *c—e g* oder auch *A* hinzuzudenken. Aber nothwendige Durchgangspunkte zur Erkenntniss der Konsonanz sind diese hinzugedachten Töne im einen Fall so wenig wie im anderen.

faktische Entwickelung der Musik hat, indem sie zur Ausscheidung bestimmter „Intervalle“ unter den unzähligen Tonkombinationen dieser Stufe und zur Verwendung derselben in der Melodie führte, zu gleicher Zeit die indirekte Verwandtschaft als die für sie geltende Auffassungsweise in's Bewusstsein eingeführt. Denn nur dadurch, nur durch diese Form der Auffassung heben sich für uns diese wenigen Intervalle unter den unzähligen Verhältnissen geringster Verschmelzung ab. Es ist also sehr natürlich und selbstverständlich, dass wir sie nicht als direkt, sondern als indirekt verwandte aufzufassen uns gewöhnt haben.

Hierzu kommt aber noch der Umstand, dass infolge der Einführung dieser Intervalle 8 : 9, 9 : 10, 8 : 15 u. s. w., mit anderen Worten: infolge des Entstehens von Leitern und insbesondere diatonischen Leitern (welche doch der Grundtypus sind), nothwendig einige andere Intervalle, die sonst vielleicht noch eine Brücke zwischen den Terzen und der untersten Klasse gebildet hätten, nämlich 4 : 7, 5 : 7 und andere mit der Verhältnisszahl 7 zusammenhängende, aus dem musikalischen Gebrauch ausgeschlossen bleiben. Warum dies der Fall ist, mag hier ebenso ununtersucht bleiben wie die Frage, ob nicht doch in einzelnen Fällen beispielsweise der Ton *i*, das Intervall 4 : 7, gebraucht wird. Im Grossen und Ganzen ist es sicherlich in unserer Musik nicht im Gebrauch[1], und dadurch ist zwischen den der niedersten Verschmelzungsstufe angehörigen Intervallen und den vorhergehenden eine Lücke entstanden, wenn auch ihr Abstand selbst dadurch nicht vergrössert wird. In anderen Musiksystemen, die sich einer ausdenken mag, könnten die „Siebener“

---

[1] Ich kann mich der Meinung nicht anschliessen, als ob bei besonders reiner Intonation des Dominant-Septimenakkordes der Ton *i* zum Vorschein käme. Wenn wir von *C*-Dur durch *c—e—g—b* nach *F*-Dur moduliren, so wird dasjenige *b* gesungen, welches eben den Uebergang zu *F*-Dur bildet, weil es in der *F*-Dur Leiter enthalten ist: das ist das durch den doppelten Quartenschritt *c—f—b* gegebene Verhältniss 9 : 16. Ebenso wird nun in *C*-Dur selbst beim Dominant-Septimenakkord das *f* gesungen, das zu *C*-Dur gehört. Durch die natürliche Septime würde der Akkord zwar an Milde und Verschmelzung gewinnen, aber der Dominant-Septimenakkord will nicht mild sein. Er ist der Urahn und König aller dissonanten Akkorde, und es liegt gar nicht in der Intention der Musizirenden wie der Hörenden, dass sein dissonanter Charakter abgeschwächt werde.

vielleicht Verwendung finden; in diesen würde dann aber auch der spezifische Unterschied zwischen Konsonanz und Dissonanz von den Musikern vielleicht weniger betont werden. Er ist ja auch nur eine Thatsache innerhalb des faktisch vorliegenden und historisch entwickelten musikalischen Bewusstseins.

Immerhin ist mit diesen beiden Erklärungsgründen die Frage noch kaum erschöpfend beantwortet. Namentlich der letzte kann nicht als sehr wesentlich angesehen werden, da die so entstehende Kluft sicherlich nicht so gross ist wie die zwischen Oktaven und Quinten oder Terzen, und doch alle diese zusammen als Konsonanzen den Dissonanzen gegenüber gestellt werden. Aber auch der Unterschied der direkten und indirekten Verwandtschaft deckt sich kaum vollständig mit diesem Gegensatz. Wenigstens wenn man sich nicht mit einer Definition begnügen will, die zur knappsten Formulirung des Begriffs eben hinreicht, sondern eine Beschreibung des ganzen Bewusstseinsinhaltes verlangt, der sich mit den Begriffen Konsonanz und Dissonanz verknüpft, wird man nicht umhin können, auch das Gefühlsmoment zu berücksichtigen. Kann dieses auch nicht dienen, als primäres Merkmal die beiden Begriffe zu definiren, so kommt es doch hinzu, um ihren Unterschied zu verschärfen und für unsere Auffassung eigenthümlich zu färben. Und ist es auch nicht richtig, dass Konsonanzen immer angenehm, Dissonanzen immer unangenehm sind, so bleibt es doch nicht zu leugnen, dass Konsonanzen, für sich allein gehört, auf das Gehör des musikalischen Europäers seit langer Zeit angenehm, Dissonanzen aber unter gleichen Umständen unangenehm wirken.

Und zwar besteht für unser gegenwärtiges Gefühl die Unannehmlichkeit isolirter Dissonanzen in erster Linie in dem daran geknüpften Auflösungsbedürfniss, das in solchen Fällen keine Erfüllung findet. Eben darum, weil dieses sich historisch erst allmählich seit dem Mittelalter entwickelt hat, ist auch die Schärfe der Entgegensetzung zwischen Konsonanz und Dissonanz gewachsen, während die Unterscheidung als solche von jeher gemacht wurde. Wenn in der modernsten Musik das Gefühl für die Nothwendigkeit der Auflösung und zwar der richtigen Auflösung zuweilen wieder zu verschwinden scheint, so hat dies seinen Grund wohl weniger darin, dass uns das Auflösungsbedürfniss selbst wieder abhanden käme, sondern darin, dass die entsetzlichen Geburtswehen der musikalischen Ver-

kündiger neuer Weltanschauungen auch entsprechend schmerzliche Ausdrucksmittel verlangen. Sollten diese Mittel aber künftig auch vom Gehör weniger schmerzlich empfunden werden, so würde eben auch die künftige Musiktheorie den spezifischen Unterschied wieder weniger betonen als den bloss graduellen, und es würde dann eine Thatsache weniger der Erklärung bedürfen.

Indessen ist es nicht bloss das Auflösungsbedürfniss, das für unser Gefühl Dissonanzen und Konsonanzen in Gegensatz bringt, sondern auch eine sinnliche Unannehmlichkeit. Es muss sich bei gleichzeitigem Erklingen der Töne eine im Laufe der Zeiten wachsende rein sinnliche Unannehmlichkeit mit isolirten Dissonanzen, eine sinnliche Annehmlichkeit mit Konsonanzen verknüpft haben, Gefühle, deren physiologische Unterlage vorläufig schwer zu bestimmen sein dürfte und sicherlich nicht bloss durch die Schwebungen, bezw. ihren Mangel gegeben ist. Diese Seite der Sache bedarf noch sehr der Untersuchung, besonders auch durch Heranziehung der Unmusikalischen, bei welchen die durch die musikalische Auffassungsfähigkeit erzeugten Gefühlsunterschiede hinwegfallen, während die rein sinnlichen Unterschiede möglicherweise, wenn auch graduell geringer vorhanden sind.

Jedenfalls sehen wir, dass es an Erklärungsgründen für den Eindruck eines „spezifischen Unterschiedes" von Konsonanzen und Dissonanzen nicht fehlt, dass aber aus diesem Eindruck kein Bedenken mehr gegen die Definition dieser Begriffe durch die Verschmelzungsunterschiede entnommen werden kann.

Auf Gefühlsunterschieden dürfte nun auch die verschiedene „Schärfe" der Dissonanzen beruhen. Schon der Ausdruck selbst weist darauf hin. Bei der Aufzählung der Konsonanzen ist von vollkommenen und unvollkommenen, aber nicht von mehr und minder sanften Konsonanzen die Rede, und wo ähnliche Ausdrücke gebraucht werden, geschieht es doch nicht in Bezug auf die hergebrachte und anerkannte Rangordnung der Konsonanzen mit der Oktave an der Spitze, sondern um die durchschnittliche Wirkung der verschiedenen Intervalle auf unser musikalisches Gefühl zu kennzeichnen. Umgekehrt spricht man bei den Dissonanzen nicht von vollkommenen und unvollkommenen, sondern hat sie seit alter Zeit in Hinsicht ihres Wesens als Dissonanzen in Eine Klasse zusammengeworfen. Nur solche

Theoretiker, die wie HELMHOLTZ das Wesen der Dissonanz in der Gefühlswirkung selbst erblicken, machen natürlich hierin auch von vornherein Unterschiede. Für uns sind diese Unterschiede, wie wichtig auch immer, accessorischer und abgeleiteter Natur.

Man kann beispielsweise sagen, dass die grosse Septime und die kleine Sekunde schärfere Dissonanzen sind als die kleine Septime und die grosse Sekunde. Aber dies erklärt sich daraus, dass die beiden ersteren sich der relativen Distanz nach weniger von der Oktave bez. dem Einklang unterscheiden, und daher das Fortschritts- und Auflösungsbedürfniss hier ein grösseres ist. Auch die Schwebungen sind nicht ohne Wirkung, doch halte ich den genannten mehr ästhetischen Umstand für weit ausschlaggebender. Aber auch der Zusammenhang, der successive und der gleichzeitige, macht einen Unterschied in der „Schärfe" bei einunddemselben dissonanten Intervall, während der Verschmelzungsgrad vom Zusammenhang nicht mitbedingt ist. Auf dieser Bedeutung des Zusammenhanges beruht es auch, dass man das Epitheton „scharf dissonant" häufiger von Akkorden als von Zweiklängen aussagt. Denn die Modulation vollzieht sich nicht in Zweiklängen, sondern durchaus in Akkorden; bei zweistimmigen Liedern werden die Zweiklänge als unvollständige Akkorde aufgefasst und in Gedanken ergänzt.

Es erscheint daher gerechtfertigt, wenn bei einer strengen Klassifikation und Definition der Intervalle nach Konsonanz und Dissonanz, wie sie an der Spitze einer Musiklehre stehen muss, die verschiedene Schärfe der Dissonanzen noch ausser Betracht gelassen wird. In der Durchführung dagegen, bei allen technischen und ästhetischen Betrachtungen und Regeln, ist der Begriff natürlich nicht zu entbehren.

5. Es erübrigt uns noch, die Konsonanzverhältnisse der die Oktave überschreitenden Intervalle unter Voraussetzung der Verschmelzungsdefinition zu untersuchen. Es besteht hier bekanntlich das Gesetz, dass durch Addition der Oktave zu einem beliebigen konsonanten Intervall wieder ein konsonantes Intervall entsteht. Hierüber herrscht Einstimmigkeit. Auch das lässt sich wohl noch ohne Widerspruch wenigstens von Seiten der Praktiker behaupten, dass diese erweiterten Intervalle sich in Hinsicht der Konsonanz ebenso zueinander verhalten wie die ursprünglichen. Die Duodezime ist stärker konsonant als die

Tredezime u. s. w. Wenn wir dagegen fragen, wie sich die erweiterten Intervalle zu den ursprünglichen verhalten, so gehen die Meinungen auseinander.

Es ist nicht ganz leicht, hierüber durch direkte Beobachtung zu entscheiden. Sicherlich zwar sind bei den erweiterten Intervallen die beiden Töne (gleiche Stärke vorausgesetzt) leichter auseinanderzuhalten als bei den ursprünglichen. Aber dies beweist eine geringere Verschmelzung nur für diejenigen, denen die Verschmelzung schlechthin mit der Schwierigkeit der Unterscheidung zusammenfällt. Für uns ist sie nur eine der Bedingungen, von denen die Unterscheidung zweier gleichzeitiger Töne abhängt. Eine andere Bedingung ist der Abstand der beiden Töne in der Tonreihe. Und da dieser bei den erweiterten Intervallen grösser ist, so müssen sie leichter unterscheidbar sein, auch wenn der Verschmelzungsgrad der nämliche geblieben ist.

Untersuchen wir daher die Konsequenzen der verschiedenen möglichen Annahmen. Sagt man, die erweiterten Intervalle seien weniger konsonant als die ursprünglichen, so müsste man erwarten, dass durch Addition einer zweiten, dritten, vierten Oktave endlich doch aus einem konsonanten ein dissonantes Intervall würde oder zum mindesten eine tiefere Konsonanzstufe zum Vorschein käme, dass also die um zwei Oktaven erweiterte Quinte etwa den Konsonanzgrad einer Terz annähme u. s. w., was musikalisch bedenklich erscheint, da vom Verschmelzungsgrad eines Intervalls sein eigenthümlicher Gefühlscharakter jedenfalls mitbedingt ist und dieser keine so wesentliche Veränderung erfährt. Die Oktave selbst müsste, um etliche Oktaven erweitert, ihren Intervallcharakter mit dem der Quinte oder gar der Terz oder der Sekunde vertauschen, wenn auch immerhin mit den durch die grössere Distanz der Töne bedingten Modifikationen. Man könnte, um solchen Konsequenzen zu entgehen, annehmen, dass die Verringerung der Verschmelzung durch die Oktavenerweiterung so geringfügig sei, dass selbst bei Erweiterung um drei oder vier Oktaven noch nicht die nächst niedrige Verschmelzungsstufe entsteht. Dann können wir aber ebensowohl auch, ehe nicht Gründe für das Gegentheil vorliegen, die einfachere Annahme machen, dass der Konsonanzgrad ganz ungeändert bleibt.

Eine andere Annahme, die sich versuchen liesse, wäre, dass

die erweiterten Intervalle überhaupt nicht konsoniren, also nicht direkt verwandt sind, wohl aber indirekt, nämlich durch Vermittelung des ursprünglichen Intervalls und der Oktaven, durch deren Hinzufügung sie entstehen. Aber dies widerspricht nun doch offenbar der Beobachtung. Die Duodezime z. B. besitzt unzweifelhaft eine starke Verschmelzung mit dem Grundton, ebenso die Doppeloktave.

Da somit diese beiden Wege ungangbar erscheinen, glaube ich bei der einfachsten und der Beobachtung am ungezwungensten sich fügenden Annahme stehen bleiben zu sollen, dass die erweiterten Intervalle die gleiche Verschmelzung, also den gleichen Konsonanzgrad besitzen wie die ursprünglichen. Wir wollen das Gesetz in dieser Form kurz als Erweiterungsgesetz bezeichnen.[1]

6. Hier wollen wir im Vorübergehen auch wieder der Helmholtz'schen Lehre über diesen Punkt gedenken. Aus seiner Definition von Konsonanz und Dissonanz durch Obertöne und Schwebungen folgert Helmholtz (S. 319f.) für die erweiterten Intervalle theilweise eine Verminderung der Konsonanz, theilweise aber auch eine Vergrösserung. Eine Verminderung, wenn die kleinere der Verhältnisszahlen, die das Intervall ausdrücken, eine ungerade Zahl ist (bei 1 : 2, 3 : 4, 5 : 6, 3 : 5, 5 : 8) eine Vergrösserung, wenn sie eine gerade Zahl ist (2 : 3, 4 : 5). Die ersteren Intervalle, sagt Helmholtz, verschlechtern sich, die anderen verbessern sich.

Diesen Unterschied kann ich schlechterdings nicht beobachten. Soweit es sich um den Wohlklang handelt, und soweit dieser von den Obertönen und ihren Schwebungen abhängt, soweit endlich in einem einzelnen Falle die bezüglichen Obertöne wirklich vorhanden und ihre Schwebungen merklich sind, mag man ihn bestätigt finden; aber das sind ganz spezielle Voraussetzungen. Im allgemeinen weiss das musikalische Ohr nichts davon, dass die Duodezime konsonanter sein soll als die Quinte, dass die grosse Terz durch die Erweiterung zur Dezime ebenfalls konsonanter, die kleine dagegen weniger konsonant werden soll. Findet überhaupt eine Veränderung Statt, so betrifft sie die grosse Terz in demselben Sinne wie die kleine. Die vielge-

---

[1] Vgl. dazu auch den Aufsatz „Neueres über Tonverschmelzung" im folgenden Hefte, S. 14f.

rühmte Durchführung der Helmholtz'schen Prinzipien ins Detail dürfte daher bei genauer Vergleichung mit den Thatsachen auch hier vielmehr nur aufs neue die Unrichtigkeit der Prinzipien beweisen. Auch selbst was die Annehmlichkeit der erweiterten Intervalle betrifft, die uns hier Nebensache ist, so ist sie so wenig wie die der ursprünglichen Intervalle in erster Linie durch die Schwebungen bestimmt. Sie hängt beispielsweise gerade auch von der Grösse des Abstandes zwischen den beiden Tönen ab; denn grosse unausgefüllte Distanzen berühren uns im allgemeinen weniger erfreulich.

7. Ausser der Erweiterung ist die sogenannte Umkehrung der Intervalle zu betrachten, d. h. die Ersetzung des tieferen Tones durch seine höhere Oktave oder des höheren durch seine tiefere Oktave, wodurch aus der Quinte eine Quarte, aus der grossen Terz eine kleine Sexte u. s. w. wird. Wenn wir zunächst einmal versuchsweise Quinten und Quarten als Intervalle von gleicher Verschmelzungsstufe betrachten (wozu Manche hinneigen), so könnten wir hierüber das Gesetz aussprechen, dass die Umkehrung eines Intervalls stets ein Intervall von gleicher Konsonanz ergiebt. Nun lässt sich das vorhin erwähnte Gesetz von der Oktavenaddition (Erweiterungsgesetz) seinerseits auch so aussprechen: „Die Ersetzung des höheren Tones in einem Intervall durch seine höhere Oktave oder des tieferen durch seine tiefere Oktave lässt die Konsonanz ungeändert." Also liessen sich dann beide Gesetze dahin zusammenfassen: „Ersetzung des einen Intervalltones durch seine höhere oder tiefere Oktave (Doppeloktave u. s. w.) verändert die Konsonanz nicht."

Trotz der bestechenden Allgemeinheit und Eleganz dieser Formel wird man sie schwerlich für exakt halten können, da sich Quinten und Quarten eben nicht fügen wollen, deren verschiedener Verschmelzungsgrad doch unläugbar scheint. Umgekehrt ist es wahrscheinlich, dass nicht bloss Quinte und Quarte, sondern auch die beiden Terzen untereinander und gegenüber den Sexten, endlich auch diese untereinander feinere Verschmelzungsunterschiede aufweisen, die nur vorläufig nicht sicher feststellbar sind. Wir erblicken daher nicht sowohl in dem Verhalten der Quarten und Quinten, die sich dem Gesetz der Umkehrung nicht fügen, eine Anomalie, als vielmehr in dem Umkehrungsgesetz selbst und damit auch in der allgemeineren eben erwähnten Formel

nur eine Annäherung, die ganz genau vielleicht doch auch für die Terzen und Sexten nicht zutrifft.[1]

8. Dass keines der übrigen konsonanten Intervalle ausser der Oktave zu einem anderen oder zu sich selbst beliebig hinzugefügt werden kann, ohne dass eine Dissonanz entstände, braucht, wenn man einmal das Gesetz der Oktavenerweiterung als gegeben zu Grunde legt, nicht mehr als besonderes Gesetz ausgesprochen zu werden. Es folgt dann aus den entstehenden Zahlenverhältnissen in Verbindung mit dem Erweiterungsgesetz. Die Quinte ergiebt z. B. durch Verdoppelung eine None, und diese besitzt zufolge des Erweiterungsgesetzes die Dissonanz der Sekunde. Es ist also nur selbstverständlich, dass, wenn das Erweiterungsgesetz für die Oktave gilt, es auch nur für sie gilt.

Dieses Gesetz giebt daher der Oktave eine ganz eigenartige Stellung, so dass man wohl sagen kann, sie unterscheide sich mindestens ebenso „spezifisch“ von den übrigen Konsonanzen, wie die Konsonanzen von den Dissonanzen. Eine Erklärung dieses Verhaltens aber, eine tiefere Begründung des Erweiterungsgesetzes, scheint vorläufig nicht möglich zu sein. Könnten wir überhaupt die Verschmelzungserscheinungen weiter zurückführen, so würden wir dann wahrscheinlich auch hierfür den Grund finden. Für die, welche Oktaventöne als identische Töne definiren, bedarf das Gesetz natürlich überhaupt keiner Erklärung; aber dieser Anschauung konnten wir eben nicht folgen.[2]

---

[1] Auch bei 4 : 7 gegenüber seiner Umkehrung 7 : 8 scheint es ähnlich zu sein. Während das erste Intervall noch einigermassen den Konsonanzen nahesteht, dürfte das letzte schwerlich von Jemand dazu gerechnet werden, und es liegt vielleicht hierin zugleich auch ein weiterer Grund für die Ausschliessung von 4 : 7 aus der Zahl der Konsonanzen; denn bei den übrigen Konsonanzen ergiebt auch die Umkehrung noch ein konsonantes Intervall.

[2] Eine Art von logischer oder naturphilosophischer Ableitung des Erweiterungsgesetzes versuchte Hugo Riemann, Ueber das musikalische Hören (auch u. d. T. Musikalische Logik) 1874, S. 18. Musikalische Syntaxis, 1877, S. 10. Diese etwas scholastizirende Deduktion wird der scharfsinnige Autor wohl selbst nicht mehr anerkennen.

Ptolemaeus verglich diese Eigenschaft der Oktaven mit der Zehnzahl im dekadischen System, und auch Spätere gebrauchen öfters diese Vergleichung. Aber abgesehen davon, dass eine Erklärung damit nicht gegeben ist und sein soll, darf auch der wesentliche Unterschied nicht übersehen werden, dass das dekadische System durch ein anderes ersetzt werden

9. Aus dem Gesetz der Erweiterung ergiebt sich nun eine Konsequenz hinsichtlich der sogenannten Oktaventransposition, und es wird dadurch eine in den früheren Betrachtungen über die Verwandtschaft der Töne (unter 3) vorläufig eingeführte Voraussetzung gerechtfertigt, dass nämlich durch Versetzung eines Tones in andere Oktaven seine Verwandtschaft zu einem gegebenen Ton nicht verändert wird. Wenn wir also von *c* durch zwei Quintenschritte zu d^1 gehen und den gefundenen Ton in die tiefere Oktave setzen (*d*), so entsteht dadurch nicht eine Verwandtschaft dritten Grades, sondern sie bleibt zweiten Grades, ebenso wie wenn wir von *c* durch eine aufsteigende Quinte und absteigende Quarte zu demselben Ton gelangen; und auch die Stärke der Verwandtschaft wird nicht geändert. Die pythagoreische Ableitung der Terz ergiebt hiernach nicht eine Verwandtschaft sechsten Grades, sondern nur vierten Grades. Es ist wohl auch bei den Verwandtschaftsberechnungen meistens nicht anders angenommen worden; aber man muss sich vergegenwärtigen, dass diese Voraussetzung nur dann zulässig ist, wenn man das Erweiterungsgesetz in der obigen strengen Form zu Grunde legt. Zum mindesten würde sich sonst die Stärke der Verwandtschaft durch jede Oktaventransposition verringern; nach der einen der oben besprochenen Anschauungen (wonach die Töne der erweiterten Intervalle nur indirekt verwandt wären) würde aber auch der Grad der Verwandtschaft mit jeder Oktave in den nächstentfernteren Grad übergehen.

---

könnte, während die „Erweiterung" um ein anderes Intervall absolut undurchführbar ist.

Tartini allerdings hat einmal die seltsame Meinung ausgesprochen, dass es sich auch bei der Oktave mehr um ein blosses Herkommen als um Naturnothwendigkeit handle (Trattato di musica 1754, p. 74: più per uso che per ragione). Man muss diese Schrulle — anders kann man den Gedanken nicht bezeichnen — dem grossen Musiker und Theoretiker zu Gute halten.

Achtes Kapitel.

Ueber die dualistische Konsonanzdefinition und die Lehre von der Klangvertretung.

Wir kehren nun noch einmal zur Kritik zurück, um eine geistreich erdachte und ansprechend durchgeführte Anschauung zu würdigen, deren Grundgedanken bereits im 16. Jahrhundert von ZARLINO, dem Vater der modernen Harmonielehre, ausgesprochen, im vorigen Jahrhundert von RAMEAU und TARTINI weitergeführt, in der neueren Zeit von MORITZ HAUPTMANN aufgenommen und dann durch verschiedene Schriftsteller, am ausführlichsten von A. v. OETTINGEN und HUGO RIEMANN zu einer durchgebildeten Musiktheorie entwickelt wurden. Der Grundgedanke besteht darin, dass der Dur- und der Molldreiklang sich wie Spiegelbilder zueinander verhalten. Diese Idee, die zunächst vielleicht mit jedem Konsonanzbegriff verträglich scheint, hat ihre Anhänger gleichwohl zu einer ganz neuen Auffassung dieses Begriffes, zur sogenannten Klangvertretungslehre, hingedrängt. Die Betrachtungen hierüber werden sich uns jetzt einfacher und einleuchtender gestalten, als wenn wir sie an früheren Stellen eingeschaltet hätten. Und es wird zugleich das positiv Wahre dieser Anschauungen als eine Ergänzung zu den letzten Betrachtungen hinzukommen. Wir halten uns dabei an die Darstellung der beiden zuletzt erwähnten Schriftsteller.[1]

Hauptpunkte der Lehre.

1. Diese Theorie nimmt ihren Weg nicht vom Konsonanzbegriffe zum Verwandtschaftsbegriff, sondern umgekehrt. In der Definition der Verwandtschaft selbst legt OETTINGEN gegen HELMHOLTZ Gewicht darauf, dass der Wohlklang einer Tonkombination
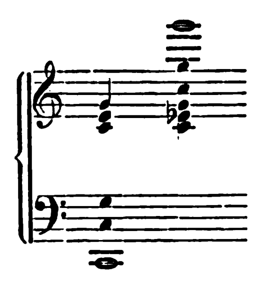
[1] A. v. OETTINGEN, Harmoniesystem in dualer Entwickelung, 1866. HUGO RIEMANN hat seine Anschauungen in äusserst zahlreichen Schriften vertreten, zugleich allerdings mit manchen Modifikationen hinsichtlich der „Untertonlehre“. Besonders kommen in Betracht: Musikalische Logik, 1874. Musikalische Syntaxis, 1877. Skizze einer neuen Methode der Harmonielehre, 1880. Natur der Harmonik, 1882. Handbuch der Harmonielehre, 1887. Katechismus der Harmonielehre, 1890. Katechismus der Akustik, 1891. Musiklexikon, 4. Aufl., 1894. Auch vgl. den Aufsatz: „Was ist Dissonanz?“ im Deutschen Musikerkalender 1898.

und ihr Verwandtschaftsgrad durchaus voneinander zu trennen seien. Die Verwandtschaft (zunächst die direkte, auf die es hier allein ankommt) wird definirt mit Hülfe der Obertöne, bezw. Untertöne. Hierbei gehen aber OETTINGEN und RIEMANN einen verschiedenen Weg.

OETTINGEN benutzt nur die Obertöne, aber in doppelter Weise: c^1, e^1, g^1 sind Obertöne eines gemeinschaftlichen Grundtones (C); c^1, es^1, g^1 dagegen haben einen gemeinschaftlichen Oberton (g^3). Man wird auf dem Klavier leicht sehen, dass der gemeinschaftliche Grundton im ersten und der gemeinschaftliche Oberton im zweiten Fall symmetrisch zu den Dreiklangstönen liegen, gleich weit nach entgegengesetzten Seiten. Der Molldreiklang ist also ganz dasselbe wie der Durdreiklang, nur von entgegengesetzter Seite her betrachtet, wie denn auch die Reihenfolge der beiden darin vereinigten Terzen dieselbe ist, wenn man einmal von oben, das anderemal von unten kommt.

Verwandt (im ersten Grade) sind also nach OETTINGEN Klänge, welche entweder gleiche Theiltöne haben oder welche Theiltöne eines und desselben Grundtones sind. Die Eigenschaft eines Intervalls oder Akkords, als Bestandtheil eines Grundtones aufgefasst werden zu können, nennt OETTINGEN Tonizität und den entsprechenden Grundton tonischen Grundton oder Tonika; die Eigenschaft eines Intervalls oder Akkords hingegen, einen allen Tönen gemeinsamen Theilton zu besitzen, Phonizität und den entsprechenden Oberton phonischen Oberton oder Phonika.

RIEMANN setzt den Obertönen die Untertöne entgegen und kommt auf diesem Wege zu dem gleichen Ergebniss.



Sind c^1, e^1, g^1 Obertöne von C, so sind c^1, es^1, g^1 Untertöne von g^3. RIEMANN nennt auch wohl den ganzen ersten Dreiklang „Oberklang von C“, den zweiten „Unterklang von g^3“. Er weist darauf hin, dass eine Saite von der Schwingungszahl n nicht

bloss Saiten von den Schwingungszahlen $2n$, $3n$ u. s. w. (Obertöne), sondern auch solche von den Schwingungszahlen $n/_2$, $n/_3$ u. s. w. in Mitschwingungen versetzen und dass dies auch in der Ohren-Klaviatur stattfinden müsse. Er glaubte früher solche Untertöne auch wirklich zu hören. Später allerdings ist er davon zurückgekommen, wie sie denn in der That nicht zu hören sind.[1] Die mitschwingenden Saiten $n/_2$ u. s. w. schwingen nur in Abtheilungen mit, deren jede der erregenden Saite gleich ist und den Ton dieser Saite, nicht aber einen tieferen Ton hören lässt. Dennoch meint RIEMANN wenigstens diese rein physikalische Thatsache, dass tiefere Saiten auf höhere mitschwingen, zur Stütze der Untertonlehre benützen zu können. Freilich ist nicht abzusehen, wie im Bewusstsein ein Verwandtschaftsgefühl für zwei Töne zu Stande kommen soll durch einen dritten, der für das Bewusstsein gar nicht vorhanden ist.

Eine andere Stütze findet aber RIEMANN noch in den Kombinationstönen, auf die bereits TARTINI seine dualistische Auffassung gegründet hatte.[2] Diese liegen ja in der That unter den primären Tönen und sind für das Ohr wirklich vorhanden. Aber das Unglück will es, dass nur der Durakkord einen gemeinschaftlichen Kombinationston hat, welcher dem gesuchten Unterton entsprechen würde: die beiden Terzen nämlich, c^1—e^1 und e^1—g^1, haben einen gemeinschaftlichen Kombinationston C, ebenso wie sie selbst aus gemeinschaftlichen Obertönen dieses Tones bestehen. Dagegen der Molldreiklang c^1—es^1—g^1 lässt mehrere verschiedene Kombinationstöne hören, die den Differenzen seiner Verhältnisszahlen 10, 12 und 15 untereinander entsprechen, und noch andere.[3]

Aber was sollen überhaupt die Kombinationstöne nach der dualistischen Theorie für das Moll? Die Theorie braucht ja

---

[1] Vgl. *Tonpsych.* II, 264 f. In dem „Katechismus der Akustik" (1891) glaubt RIEMANN sogar einen deduktiven Beweis führen zu können, dass die Untertöne aus physikalischen Gründen nicht möglich sind. Der Beweis scheint mir nicht gelungen zu sein, aber es genügt schon, wenn sie thatsächlich nicht zu hören sind. Einen strengen Beweis für ihre Unmöglichkeit können wir erst dann liefern, wenn wir den physiologischen Mechanismus des Hörens genau kennen.

[2] Von den ebenfalls angezogenen „Klirrtönen" dürfen wir hier wohl absehen.

[3] Vgl. M. MEYER's Aufsatz über Differenztöne im folgenden Heft, S. 28.

nicht einen gemeinschaftlichen Unterton der drei Molltöne, sondern diese drei Töne selbst sollen die gemeinschaftlichen Untertöne eines über ihnen gelegenen Tones g^3 sein. Dass aber g^3 für sich allein diese drei Töne als Kombinationstöne hervorbrächte, wäre ein vollkommener Unsinn. Ich sehe also nicht, wie RIEMANN die Kombinationstöne für seine Zwecke verwenden will. Und so scheint mir die Betrachtungsweise OETTINGEN's der Theorie günstiger. Denn mit Untertönen, die man sich als eine blosse Fiktion nach Analogie der Obertöne ausdenken könnte, lässt sich doch eine Theorie nicht begründen. Wir halten uns daher des weiteren in der Darstellung und Diskussion an die OETTINGENsche Form der Lehre, jedoch mit Berücksichtigung der sonstigen Ergänzungen RIEMANN's hinsichtlich der Durchführung.

2. Fahren wir zunächst in der Darstellung fort. Mit der ersten These, der Definition der Verwandtschaft, hängt eng eine zweite zusammen, wodurch sich die Lehre OETTINGEN's von der HELMHOLTZ' nicht minder wesentlich als durch das dualistische Prinzip unterscheidet, die aber gewöhnlich nicht so in den Vordergrund gestellt oder ganz übersehen wird: nach OETTINGEN kommt es bei der Auffassung der Verwandtschaft auf die reelle Existenz der Obertöne nicht an.[1]

Wenn wir den Durdreiklang c^1—e^1—g^1 hören, hören wir die Töne augenblicklich nicht als Obertöne von C (dass dieses als Differenzton miterklingt, ist für OETTINGEN nebensächlich). Wir können sie also nur auf Grund der Erinnerung auf C als Grundton beziehen, nachdem wir oft genug erfahren haben, dass sie in diesem enthalten sind.

Bei der phonischen Verwandtschaft der Molltöne können wir unter Umständen allerdings g^3 als gemeinsamen Oberton wirklich hören. Aber wenn es sich um obertonlose Klänge handelt, muss auch hier Erinnerung helfen, nach dem Prinzip, dass „jeder Partialton eines Klanges nachher ein im Gedächtniss vorhandener Ton ist.“[2]

---

[1] S. 40f., 47, bes. 52. OETTINGEN selbst hat diese These nicht so einheitlich zusammenhängend vorgetragen und an den Hauptstellen einige für mich nicht zu beseitigende Dunkelheiten gelassen.

[2] S. 47, zunächst zur Erläuterung der HELMHOLTZ'schen Lehre gesagt, aber auch als Grundlage der eigenen, wenn ich recht verstehe.

Oettingen schliesst auch weiter, dass die Stärke der Verwandtschaft (also z. B. die stärkere Verwandtschaft der Quintentöne gegenüber den Terztönen) unabhängig sei von der Stärke der Obertöne. Sie ist nur bestimmt durch die Ordnungszahlen der Obertöne. Welche funktionelle Beziehung aber zwischen den Ordnungszahlen der koinzidirenden Theiltöne und den Verwandtschaftsgraden besteht, das „dürfte sehr schwer zu finden sein.“ [1]

3. Die Brücke vom Verwandtschafts- zum Konsonanzbegriff bildet nun das Prinzip der Klangvertretung.[2] Der Einzelklang *C*, welcher, in idealer Vollständigkeit gedacht, die sämmtlichen Theiltöne enthält, die Multipla seines Grundtones darstellen, kann durch eine bestimmte charakteristische Gruppe von Theiltönen „vertreten“ werden; d. h. wenn wir diese Töne hören, verstehen wir sie als Elemente des Gesammtklanges, beziehen sie auf diesen, auch wenn wir den Grundton nicht aktuell hören, und sie erhalten durch diese gemeinschaftlichen Beziehungen eine einheitliche Verknüpfung untereinander. So sind die Töne des Durakkordes c^1—e^1—g^1 charakteristisch für den Einzelklang *C*, dessen vierten, fünften und sechsten Theilton sie bilden. Umgekehrt können wir aber auch mehrere Töne auf einen gemeinschaftlichen Oberton beziehen, wie beim Molldreiklang.

Wenn und insofern mehrere Töne sich auf einen gemeinschaftlichen Grundton oder Oberton beziehen lassen, nennen wir sie konsonant, und zwar je nachdem tonisch oder phonisch konsonant. Dissonanz hingegen ist das gleichzeitige Bestehen zweier oder mehrerer Klänge[3], d. h. die Verbindung mehrerer Töne, die nicht auf einen gemeinschaftlichen Grundton oder Oberton bezogen werden können. So beruht die Dissonanz von c^1—e^1—gis^1 auf dem gleichzeitigen Bestehen des *C*- und des *E*-

[1] S. 53. In der Anmerkung entwickelt Oettingen eine Hypothese, welche aber auf blosse Zahlenspekulationen hinausläuft und die er selbst nicht befriedigend findet.

[2] S. 2. Der eigentliche Urheber der neuen Klangvertretungslehre ist Helmholtz, aber er hat sie nur für den Durdreiklang durchgeführt (im 15. Abschnitt seines Werkes).

[3] S. 228. Unter „Klang“ ist hier immer ein aus Grundton und Obertönen bestehender Toncomplex verstanden.

Klanges; da c^1 und e^1 in jenem, c^1 und gis^1 in diesem, alle drei zugleich aber nicht in einunddemselben Klange vorkommen.

Hieraus ergiebt sich: a) dass Zweiklänge niemals eindeutig als konsonant oder dissonant zu bezeichnen sind (S. 224, 230). e^1, g^1 kann Bestandtheil des *C*-Klanges sein, aber auch ebenso gut auf den gemeinsamen Oberton h^3 bezogen werden. Dagegen c^1—e^1—g^1 kann nur tonisch, als Bestandtheil von *C*, verstanden werden, c^1—es^1—g^1 nur phonisch, vermittelst des Obertons g^3. Daher führt Oettingen überhaupt den Begriff konsonant und dissonant in seinem Werke nur zugleich mit dem Begriffe des Dreiklanges ein (S. 35 f.).

b) Aber auch die beiden konsonanten Dreiklänge sind nicht unbedingt konsonant. Vielmehr ist der Durdreiklang phonisch dissonant und der Molldreiklang tonisch dissonant; denn wir scheitern, wenn wir c^1—e^1—g^1 auf einen gemeinschaftlichen Oberton oder c^1—es^1—g^1 auf einen gemeinschaftlichen Grundton beziehen wollen.

4. Endlich ist es eine von den Vertretern der Lehre mit besonderem Nachdruck betonte Konsequenz, dass der Hauptton des Molldreiklanges nicht wie beim Dur im tiefsten, sondern im höchsten Ton des Dreiklanges liegt. Das sogenannte *C*-Moll ist eigentlich *G*-Moll. Denn Hauptton ist natürlich derjenige, auf welchen alle übrigen bezogen werden, durch den sie ihre einheitliche Verknüpfung empfangen. Dies wäre nun zunächst überhaupt nicht ein Ton des Dreiklanges selbst, sondern ein viel tiefer oder höher liegender; aber gemäss dem Prinzip der Identität oder Aequivalenz der Oktave (welches von Oettingen vorausgesetzt, von Riemann als besondere unzurückführbare Thatsache hervorgehoben wird) ist derjenige Ton des Dreiklanges, der die höhere oder tiefere Oktave jenes Haupttones bildet, gleichfalls als Hauptton anzusehen, also beim Mollakkord c^1—es^1—g^1 der Ton g^1, die bisher sogenannte Dominante.

Man will zwar die Bezeichnung „Grundton" für c^1 nicht abschaffen, aber sie bedeutet für die Dualisten nur eben „tiefster Ton des Dreiklangs", und einer muss ja der tiefste sein. Seine Funktion hat er durchaus an g^1 abgetreten. Und selbst der tiefste ist er nur im Dreiklang, nicht in der Leiter; denn die sogenannte *C*-Moll-Leiter geht für den Dualisten von g^1 bis *g*, vom Hauptton abwärts bis zu seiner tieferen Oktave.

Hieraus erklärt die dualistische Theorie den Gefühls-

charakter der beiden Tongeschlechter: den kräftig aufsteigenden des Dur und den „wie eine Trauerweide“ sich herabsenkenden des Moll (HAUPTMANN's Gleichniss). Die gesammte Akkord- und Modulationslehre, auch die technische Bezeichnungsweise der Akkorde an Stelle der überlieferten sogenannten Generalbassbezeichnung wird hierauf begründet.

Wie wir sehen, führt die neue Lehre, während sie anscheinend nur eine Ergänzung zu der HELMHOLTZ'schen hinzufügt und sie gleichzeitig von der reellen Existenz der Obertöne unabhängig, also vertheidigungsfähiger macht, in ihrer Durchbildung zu einer vollkommenen Umgestaltung des Konsonanzbegriffes und zum schärfsten Widerspruch gegen die traditionellen Anschauungen im Kreise der praktischen Musiker. Leider ist sie aber, wenn ich recht sehe, nicht bloss mit der traditionellen Theorie, was wenig zu sagen hätte, sondern auch mit den Thatsachen des musikalischen Bewusstseins selbst, die den ersten und letzten Prüfstein jeder Theorie bilden müssen, in offenem Widerspruch, und überdies nicht einmal in sich selbst konsequent.

Kritik.

5. Vor allem kann ich von einer Beziehung der Dreiklangtöne auf irgend etwas ausser ihnen, einen höher oder tiefer liegenden Ton, nichts bemerken. Kein Unbefangener wird zugeben können, dass er bei c^1—e^1—g^1 nothwendig das C mitvorstellt oder gar bei c^1—es^1—g^1 das hohe g^3. Ist C wirklich vorhanden (was nur der Fall ist bei gleichzeitigem Hören, wo dann aber wieder der Differenzton nicht als gemeinschaftlicher durch's blosse Ohr erkannt werden kann), so tragen doch die Dreiklangstöne ihre einheitliche Verknüpfung in sich selbst. Diese wird wahrgenommen, ohne dass der Differenzton vorher wahrgenommen wäre; und wenn er einmal wahrgenommen wird, so wird er eben als ein weiterer konsonanter Ton, als tiefere Oktave des Grundtones c^1 aufgefasst, nicht anders als wenn irgend eine höhere Oktave von c^1 hinzukäme. Man wird sich allenfalls freuen, wenn in Gestalt des Differenztons ein so würdiger Bass ungerufen aus der Versenkung kommt und dem Grundton des Dreiklangs noch mehr Folie giebt, gleichsam als Grossvater dieser heiligen Familie, aber man wird nicht zugeben, dass er unentbehrlich sei,

um den einheitlichen Klang und die Zusammengehörigkeit der Dreiklangstöne selbst zu würdigen.

Aehnliches gilt beim Molldreiklang für das g^3, nur dass man dieses mit dem besten Willen weder als Stammvater noch als Enkel auffassen wird. Es ist für das musikalische Gehör ganz einfach überflüssig. „Ruhig mag ich Euch erscheinen, ruhig gehen sehn."

6. Ferner scheint es mir keine Verbesserung der HELMHOLTZschen Lehre, die Theorie der Verwandtschaft mit ihm auf die Obertöne zu gründen, aber zugleich das reelle Vorhandensein und die Stärke derselben im einzelnen Fall als irrelevant zu bezeichnen, und die Erinnerung an die Obertöne, die für HELMHOLTZ einen Nothbehelf im Fall obertonloser Klänge bildet, zu dem psychologischen Hauptfaktor des Verwandtschaftsbewusstseins zu machen; wie dies freilich in Konsequenz von OETTINGEN's Lehre geschehen muss. Wir sahen, dass schon bei HELMHOLTZ der Nothhelfer die Sache nur schlimmer macht; dasselbe gilt hier in verstärktem Masse. Es widerspricht aller Psychologie, dass „jeder Partialton nachher ein im Gedächtniss vorhandener Ton sei". Damit etwas im Gedächtniss reproduzirt werden kann, ist erforderlich, dass es seinerzeit im Gesammteindruck irgendwie b e m e r k t war.[1] Der Akustiker, der sich auf das Heraushören der Obertöne eingeübt und über die Zusammensetzung der Klänge Erfahrungen gemacht hat, kann wohl durch c^1—e^1—g^1 an C und dessen Zusammensetzung erinnert werden, zur Noth auch bei c^1—es^1—g^1 an ihren gemeinschaftlichen Oberton g^3 (obschon ich es genau gesprochen für ziemlich schwierig halte, das tiefe C und das hohe g^3 deutlich vorzustellen, oder gar, wenn wir c—e—g hören, C_1, und wenn wir c^3—es^3—g^3 hören, g^5). Aber wie viel tausend Musiker wissen überhaupt nichts von Obertönen — die ganze alte Welt wusste nichts davon —, können sich also auch nicht daran erinnern, vermögen aber die Konsonanz so gut zu erkennen wie die besten Akustiker.

So richtig es ist, dass das sogenannte musikalische Hören viel mehr Gedächtniss- und Denkleistung einschliesst als man gewöhnlich annimmt: gerade hier bei der Erfassung der Konsonanz

---

[1] Vgl. *Tonpsych.* II, S. 360 f. Sollte einer vielleicht Ausnahmen von dieser Regel für möglich halten: in keinem Fall wird doch OETTINGEN's Behauptung in ihrer positiven und allgemeinen Form auf Zustimmung rechnen können.

und Dissonanz dürfen wir nicht zu diesem Erklärungsmittel greifen, hier kann nur eine direkt sinnlich wahrnehmbare Eigenthümlichkeit Ursache sein.

Infolgedessen fehlt psychologisch die Brücke zwischen der Ordnungszahl der Theiltöne und dem Verwandtschaftsurtheil. Man sieht nicht ein, wie aus der ersteren Thatsache die zweite hervorgehen soll. Diesen Mangel scheint Oettingen auch selbst an der Stelle empfunden zu haben, wo er zugesteht, dass die funktionelle Beziehung zwischen den Ordnungszahlen der koinzidirenden Theiltöne und dem Verwandtschaftsgrad schwer zu finden sei. Sobald die auf Obertöne gegründete Verwandtschaftslehre die reelle Existenz und Stärke der Obertöne im einzelnen Fall als irrelevant ansieht, verliert sie ihre einzige feste Grundlage. An die Stelle wirklicher Erklärungen tritt nun ein blosses Zahlenspiel. Denn die Obertöne sind dann für die Verwandtschaftsberechnung weiter nichts als die abstrakten Multipla der Schwingungszahlen. Oettingen spricht die Hauptregel der Verwandtschaft so aus: „Der Generalnenner der Brüche, welche das Schwingungsverhältniss der Töne darstellen, giebt den tonischen Grundton, der Generalzähler den phonischen Oberton.“ Gut also, da es auf die Realität der Obertöne nicht ankommen soll, so können wir für tonischen Grund- und phonischen Oberton schlechtweg Generalnenner und Generalzähler setzen und die ganze Lehre von den Obertönen ruhig beiseite lassen. Das Verständniss des psychologischen Herganges ist durch sie nicht zu gewinnen, und für die Formulirung der Thatsachen ist sie überflüssig. Wir erhalten eine besondere Form der Verwandtschaftsberechnung, komplizirter, vielleicht auch zureichender, als die der Pythagoreer; aber wir erhalten keine Theorie.

7. Mit dem, was wir unter 5. bemerkten, ist zugleich gesagt, dass wir das Prinzip der Klangvertretung nicht als ein psychologisch richtiges anerkennen. So wahr es ist, dass das Bewusstsein des gegenwärtigen durchgebildeten Musikers jeden Einzelklang als Theil eines Akkordes auffasst, so unrichtig ist es, dass jeder Akkord umgekehrt auf einen Einzelklang bezogen und nur dadurch verstanden würde. Diese Klangvertretungslehre ist nicht durch die Beobachtung und Analyse des musikalischen Bewusstseins gewonnen, sondern lediglich durch die Reflexionen mathematischer Akustiker, denen das Vorkommen des Dreiklanges in der Obertonreihe eines Einzelklanges (notabene

wenn die Obertonreihe lückenlos ist) zu merkwürdig erschien, als dass man daraus nicht für die Erklärung der Konsonanz Kapital schlagen sollte. Aber die vollständige Reihe der Partialtöne mit regelmässig abnehmender Intensität ist ja selbst nur ein Grenzfall, und überdies giebt es ausser den in einfachen rationalen Zahlenverhältnissen stehenden Beitönen noch andere, die sogenannten unharmonischen — und wodurch unterscheiden sich nun diese von jenen für das Ohr? Wenn man nicht in eine petitio principii verfallen will, wird man sagen müssen: Wir nennen nicht den Dreiklang konsonant, weil seine Töne gewissen Obertönen eines Klanges entsprechen, sondern wir nennen gewisse Obertöne harmonische (konsonante) Obertöne, weil sie konsonanten Einzeltönen entsprechen.

8. Das schlimmste ist nun aber, dass das Prinzip der Klangvertretung gerade beim Moll, auf dessen befriedigende Erklärung die dualistische Theorie ausdrücklich zugespitzt ist, versagt. Welchen Einzelklang vertritt denn der Dreiklang c^1—es^1—g^1? den des phonischen Obertons g^3? Das müsste man nach Analogie des Dur erwarten. Ebenso wie c^1—e^1—g^1 den Einzelklang C vertritt, worin diese Töne als Theiltöne enthalten sind, ebenso muss c^1—es^1—g^1 den Einzelklang g^3 vertreten. Aber der g^3-Klang wäre dieser: g^3, g^4, d^5, g^5, h^5 u. s. w. Darin sind jene doch nicht enthalten.

Dieser Umstand ist es offenbar, der Riemann zu seiner Untertonlehre trieb; denn hiernach ist allerdings in g^3 der Molldreiklang in Form von Untertönen enthalten, ganz ebenso wie in C der Durdreiklang in Form von Obertönen. Dadurch wird erst wirklich die Symmetrie hergestellt. Aber wir haben bereits gesehen (1.), dass uns die Untertonlehre selbst wieder in Konflikt mit den Thatsachen bringt. Und so scheint mir die dualistische Theorie gerade im Hauptmoment ihres Triumphes flügellahm zu werden.

Ich habe mich ehrlich bemüht, Oettingen's Lehre hierin gerecht zu werden, da ich nicht glauben konnte, dass ein sonst so konsequent durchgeführtes System an einer Unklarheit des Hauptpunktes leide. Aber ich bin nicht zu einem befriedigenden Verständniss gelangt. Dass der einfache Ton g^3 in den Molldreiklangstönen enthalten ist oder sein kann, ist offenbar; aber wie soll dies zu einer Klangvertretung führen? Man kann es sinnvoll finden, dass ein Gesammtklang C, aus vielen Theilen

bestehend, durch einige davon vertreten wird. Aber was soll es heissen, dass ein hohes Einzeltönchen g^3 durch drei Gesammtklänge, in denen es gemeinschaftlich vorkommen kann, „vertreten" werde? Kann man sagen, dass ein chemisch einfacher Stoff durch drei Verbindungen vertreten wird, in denen er sich gleichermaassen findet, oder dass ein Beamter durch drei Kollegien vertreten wird, denen er angehört? Oder soll „Vertretung" in unserm Fall nur eben der Ausdruck für die Thatsache sein, dass uns der Dreiklang c^1—es^1—g^1 an den Theilton g^3 erinnert? Ich meine, abgesehen von der Bedenklichkeit der Erinnerungstheorie, dass uns diese Eigenschaft des Molldreiklanges sehr gleichgültig sein könnte und schwerlich ein starkes Band der Einheit zwischen den drei Tönen in unserm Bewusstsein herstellen würde, wenn diese sonst nichts miteinander zu thun hätten. Beim Dur mag man die Zugehörigkeit zu einunddemselben vielfach vorkommenden Tonkomplex mit starkem Grundton, der alle seine Trabanten gleichsam zusammenhält, immerhin als eine Art von geistigem Band unter den drei Tönen ansehen, besonders wenn man auf Gleichnisse wie das eben erwähnte Gewicht legen will. Aber wie das Mittönen und vollends die Erinnerung an ein früheres Mitgetönthaben eines entfernten dünnen Obertons drei gegenwärtige starke Einzeltöne untereinander verknüpfen und eine Verwandtschaft engster Art unter ihnen begründen soll, — das ist schwer abzusehen.

Man müsste nun vielleicht folgende Wendung versuchen: Im Dur-Falle vertreten drei Einzeltöne einen tieferen Klang, in welchem sie als Theiltöne enthalten sind; im Moll-Falle vertritt ein hoher Einzelton drei Klänge, in denen er als Einzelton enthalten ist. Der Dreiklang v e r t r i t t hier also nicht, sondern w i r d vertreten. So hat OETTINGEN selbst das Verhältniss n i c h t formulirt. So entspräche es aber auch nicht seiner Intention und den Grundsätzen der Klangvertretungslehre. Die drei Töne, welche wir hören, sollen in allen Fällen als Klangvertreter eines hinzuzudenkenden Gesammtklanges, niemals als V e r t r e t e n e aufgefasst werden, im Moll wie im Dur. Der Gegensatz soll nur darin liegen, dass im einen Fall ein tonischer Klang, im anderen ein phonischer Klang durch sie vertreten wird.[1] Was für einen

[1] Vgl. OETTINGEN S. 2: „In der Anschauung, die **A k k o r d e a l s V e r t r e t e r v o n K l ä n g e n** anzusehen, d. h. im Prinzip der Klangvertretung

Sinn hätte es denn auch, einen „Vertreter“ hinzuzudenken, wenn wir die drei Töne selbst gegenwärtig haben?

Wie man also auch die Sache wenden will, es kommt keine Klarheit hinein, und HELMHOLTZ dürfte wohl gewusst haben, warum er von der Klangvertretung nur beim Dur Anwendung machte.

9. Halten wir uns nun an das Dur, wo das Prinzip der Klangvertretung verständlich ist, so müssen wir die Frage aufwerfen, warum denn unter den Theiltönen nur der vierte, fünfte und sechste den Vorzug geniessen sollen, Vertreter des Gesammtklanges zu sein. Der zweite, dritte, achte, zehnte, zwölfte bringen allerdings nach dem Prinzip der Oktavenäquivalenz nichts Neues. Aber der siebente, neunte, elfte, dreizehnte? — Hierauf findet sich eine Antwort bei RIEMANN: der siebente Oberton[1] weicht nur um ein geringes ab vom neunten Unterton, und der neunte Oberton wieder nur um ein geringes vom siebenten Unterton. Ebenso stimmt der elfte Oberton mit dem dritten Unterton, der dreizehnte mit dem fünften u. s. w. nahezu überein. Sie würden daher, in die gemeinschaftliche Oktave transponirt, zu nahe aneinander gerathen und zu leicht unter sich oder mit den bereits feststehenden verwechselt werden.

Hieraus kann man verstehen, warum sie aus der Melodie ausgeschlossen werden. Aber immerhin müsste z. B. ein Dreiklang aus dem siebenten, achten und neunten Theilton, welche in vielen musikalischen Klängen noch von erheblicher Stärke und oft sogar leichter wahrnehmbar sind als die darunter liegenden, oder auch der Dreiklang 5 : 7 : 11 oder 7 : 9 : 11 oder 9 : 11 : 13 oder 5 : 9 : 13 als Vertreter des Gesammtklanges wohl verständlich, also [illegible] konsonant sein. Man sieht nicht ein, warum diese Dreiklänge nicht auch Anspruch haben sollten, im Reichthum der Akkorde das Gebiet des [illegible] zu vertreten. Aber [illegible] hört man sie. Man wird sich [illegible] entschliessen, hier noch von Konsonanz zu reden. HELMHOLTZ könnte den Ausschluss solcher Klänge aus der Klangvertretung

liegt die geeignete Grundlage für eine rationelle Theorie der Musik [illegible] S. 34. „Unser Princip [illegible] an das Princip [illegible] die Gesammtmasse der Töne eines Modulsystems aus einer [illegible] Klangvertretung entsprungen. Den Schwerpunkt des Systems [illegible] in die Tonika.“

[1] Hierbei numeriren wir mit RIEMANN die Obertöne so, dass der Grundton als erster Oberton gerechnet wird, und analog bei den Untertönen.

noch wenigstens theilweise motiviren, indem er auf die (freilich schwachen und nur in höherer Lage merklichen) Schwebungen hinwiese; aber OETTINGEN, der sich in der richtigen Erkenntniss, dass diese Erklärung nicht genügt, prinzipiell von der Rücksicht auf den Wohlklang und die Schwebungen lossagt, hat sich damit auch eine solche partielle Rechtfertigung abgeschnitten. Er spricht von vornherein von Klängen nur im Sinne der Klänge mit harmonischen Obertönen, als wenn die Theiltöne vom siebenten an gar nicht vorhanden wären.

10. Die Konsequenz der Lehre, dass bei Zweiklängen wegen ihrer Mehrdeutigkeit von Konsonanz nicht eigentlich gesprochen werden kann, steht im offenbaren Widerspruch mit dem gesammten musikalischen Bewusstsein seit den ältesten Zeiten. Der Unterschied von Konsonanz und Dissonanz und von den verschiedenen Graden der Konsonanz ist immerdar auch schon bei Zweiklängen beobachtet worden. Mag daher durch die neue Theorie was immer erklärt sein: den Unterschied, welchen man von jeher mit den genannten Ausdrücken bezeichnet hat, erklärt sie nicht, da sie durch ihre eigene Konsequenz gezwungen ist, ihn zu leugnen, wo er nach allgemeinem Urtheil vorhanden ist.[1]

Ein nicht weniger eklatanter Widerspruch gegen das Musikbewusstsein ist es, dass ein konsonanter Dreiklang durch den blossen Wechsel der Auffassung oder des Standpunktes dissonant werden könnte. Durch keine geistige Operation wird es gelingen, c^1—e^1—g^1 als Dissonanz zu vernehmen; es sei denn, dass wir durch Hinzuphantasiren eines beliebigen vierten Tones, der mit einem oder mehreren der Dreiklangtöne dissonirt, einen Vierklang in Gedanken daraus machen, wobei es sich dann eben nicht mehr um c^1—e^1—g^1, sondern etwa um c^1—e^1—g^1—h^1 handelt. Gerade das Hinzudenken von g^3 aber, durch welches c^1—e^1—g^1 nach der dualistischen Lehre dissonant werden müsste, hat diese Wirkung entschieden nicht,

[1] RIEMANN äussert sich nicht ganz gleichmässig über diesen Punkt. Im Artikel „Konsonanz" des Musiklexikons ist zuerst von „zweien oder mehreren" Tönen die Rede, dann in der Erläuterung nur von Akkorden, endlich aber selbst von einem einzigen Ton, der konsonant genannt werde. Aber man versteht immer die Meinung: dass das Wesentliche in der Beziehung auf einen einheitlichen Akkord und zuletzt auf einen Gesammtklang bestehe.

ebensowenig wie das Hinzudenken von *C* zu c^1—es^1—g^1, weil diese Töne eben mit den beiden Dreiklängen konsoniren.

Ebenso wird es niemals gelingen, einen Durdreiklang als Moll und einen Molldreiklang als Dur zu hören, was gleichfalls nach dieser Theorie möglich wäre; denn wie OETTINGEN selbst zu Beginn seiner Dreiklangslehre hervorhebt, c^1—e^1—g^1 hat nicht bloss einen gemeinsamen tonischen Grundton, sondern auch einen gemeinsamen phonischen Oberton, wenn dieser auch um ein geringes weiter entfernt liegt (h^3). Ebenso hat c^1—e^1—g^1 auch einen gemeinsamen tonischen Grundton. Späterhin scheint OETTINGEN aber diesen Umstand zu vergessen und behauptet, dass solche Dreiklänge vollkommen eindeutig seien.

Dieser Uebelstand wird noch schlimmer dadurch, dass es nach OETTINGEN auf die Stärke des Obertones nicht ankommt; denn dann sieht man nicht ein, was es schaden soll, dass h^3 vom Durdreiklang c^1—e^1—g^1 zwei Töne weiter entfernt liegt als *C* auf der anderen Seite. Es müsste doch ebenso leicht sein, die Beziehung auf den einen wie den anderen Ton zu vollziehen. Und namentlich wenn wir z. B. h^3 kurz vorher oder gleichzeitig hören und dadurch unserer Vorstellungsfähigkeit zu Hülfe kommen, so müsste diese Art der Auffassung, also die Mollauffassung des Durdreiklanges, leicht gelingen.[1]

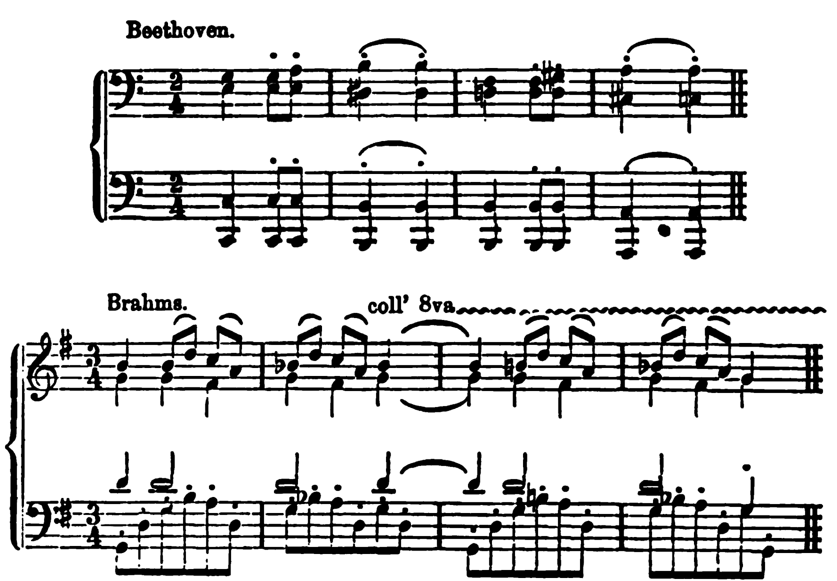
Durch diesen Umstand verschwindet die ganze Strenge des Gegensatzes, den die dualistische Theorie aufstellt, und geräth ihre ganze Akkord- und Modulationslehre in's Schwanken.

11. Endlich liegt zweifellos ein Widerspruch gegen unser Musikbewusstsein darin, dass im Molldreiklang der höchste Ton Hauptton wäre, dass er dort eine analoge Bedeutung hätte, wie die Tonika im Dur.[2] Setzen wir als Terz in der *C*-Tonart abwechselnd *e* und *es*, so bleibt doch *c* unverändert Hauptton und *g* Dominante. Ich wenigstens bemerke nichts
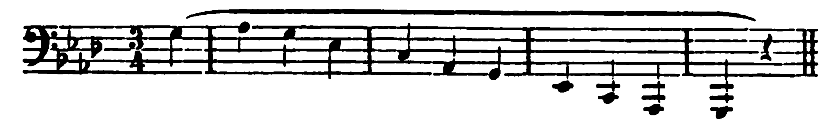
[1] Man kann nicht einmal sagen, Dur sei tonisch stärker, Moll phonisch stärker konsonant. Nach OETTINGEN giebt es wohl mehr oder weniger starke Verwandtschaft, aber nicht mehr oder weniger starke Konsonanz. Entweder sind in einem augenblicklich vorliegenden Tonkomplex mehrere Klänge gleichzeitig vertreten oder nur einer. Danach ist der Tonkomplex dissonant oder konsonant, ein Mehr oder Weniger giebt es nicht.

[2] Diese Idee ist übrigens nicht nothwendig an die Oberton- und Untertontheorie geknüpft, wie sie denn auch historisch von Manchen unabhängig davon vertreten wurde. Sie könnte also immer noch richtig sein, wenn jene falsch ist.

von einer so fundamentalen Aenderung der Auffassung. Und wie oft wechseln doch wirklich in unsern Tonsätzen Dur- und Mollterz innerhalb einer sonst unveränderten Melodie oder Harmonie miteinander: beständig müsste zugleich unsere Auffassung des Haupttones nach oben und unten umspringen. Denken wir an das bei älteren Variationen unvermeidliche „Minore“, oder an SCHUBERT's „Fremd bin ich eingezogen“ (die zwei letzten Strophen) und überhaupt an die so gewöhnlichen Wiederholungen eines Dur-Themas in Moll oder umgekehrt, oder gar an den raschen Wechsel innerhalb eines Themas, wie in solchen Stellen:



an das Pendeln zwischen Moll und Dur, wodurch namentlich SCHUBERT und BRAHMS stimmungsvolle Färbungen erzielen, kurz an tausend und abertausend Beispiele — es ist fast trivial, einzelne hervorzuheben. Die Psychologie unserer Musik zeugt so unzweideutig dagegen, dass ich vor diesem Missverständniss bedeutender Musikkenner wie vor einem unlösbaren Räthsel stehe. Die Stelle aus der Egmont-Ouverture
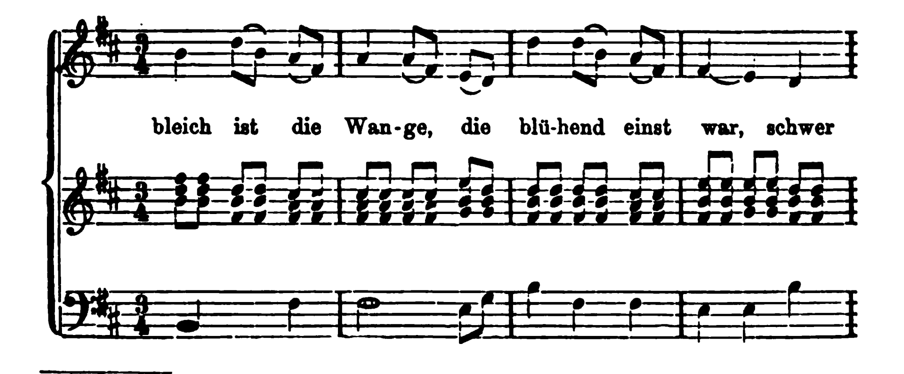


die OETTINGEN in Partitur anführt, lässt doch auch über *c* als Hauptton und *g* als Dominante keinen Zweifel.

Widerlegen kann man freilich Niemand, der für seine Person dies anders zu empfinden behauptet, und so kann die Annahme oder Ablehnung der Theorie von diesem Punkt aus gewissermassen nur durch Abstimmung erfolgen; aber es ist von Werth, dass die Fragestellung für die Abstimmung sich so einfach gestaltet, dass die Theorie hier zu einem Punkte führt, über welchen jeder Einzelne ohne gelehrte Reflexion — und je weniger durch sie beeinflusst, um so besser — sein Urtheil abgeben kann. Dürfen Partialabstimmungen durch Umfrage bei musikalisch Gebildeten als Ersatz der praktisch unmöglichen Gesammtabstimmung gelten, so ist mir die Ablehnung unzweifelhaft.

Trotz aller ästhetisch ansprechenden Konsequenzen also, die man aus dieser Molltheorie zieht: die Grundlage ist zu evident falsch, um durch irgend welche Erklärungen, die man darauf baut, gerechtfertigt werden zu können. Dies ist keine vera causa. „Die Symmetrie ist da für den Verstand, sie fehlt für die Empfindung.“[1]

In dieser Ueberzeugung wird man auch nur bestärkt, wenn man die Harmonisirungen auf Grund der neuen Lehre ansieht, durch welche OETTINGEN z. B. BEETHOVEN's „Schottische Lieder“ verbessert. So setzt er das bekannte Lied „Trüb, trüb ist mein Auge“, das mit den Tönen des aufsteigenden *D*-Durdreiklangs anhebt, in *H*-Moll, oder vielmehr nach seiner Auffassung *Fis*-Moll. Der Anfang lässt sich noch hören, man fühlt sich etwa an KÜCKEN's „Mädchen von Juda“ erinnert; aber solche Stellen:



[1] So bereits E. MACH in seinem Vortrag „Ueber die Symmetrie“ 1872 (abgedruckt in den „Populärwissenschaftlichen Vorträgen“), wo auch OETTINGEN's Idee kurz besprochen ist.

kann man doch nicht ohne Schaudern vernehmen. Wenn der Urheber der neuen Lehre, den ein Sachverständiger wie Riemann als vortrefflichen Musiker bezeichnet, seinem phonischen Geschlecht keine ansprechendere Verwendung zu geben weiss, dann wird er uns nicht dafür gewinnen. (Dass es überhaupt möglich ist, eine Dur-Melodie wie die ebenerwähnte durch Harmonisirung in Moll zu verwandeln, wird keinen Kundigen verwundern. Nichts ist leichter als z. B. „Heil Dir im Siegerkranz", wenn die Melodie in *C*-Dur geschrieben ist, mit *A*-Moll-Harmonien zu begleiten.)

Die Dualisten mögen vielleicht sagen, das zwar das gegenwärtige musikalische Bewusstsein ihnen Unrecht gäbe, dass sie aber eine Fortbildung im Sinn ihrer theoretischen Ueberzeugung erwarten, dass also die Symmetrie allmählich aus dem Verstand in die Empfindung übergehen werde. Solche Ideen und Hoffnungen über Zukunftsmusik können aber für die Interpretation der gegenwärtigen Musik nichts beweisen.

Uebrigens liesse sich, wie ich glaube, auch in dieser Beziehung eher noch das Umgekehrte vertreten, dass nämlich früher der Hauptton oben gelegen, aber allmählich immer ausschliesslicher in die Tiefe gerückt sei. Man könnte anführen, dass die Hauptleiter der alten Griechen, das dorische *E—e*, die genaue Umkehrung unserer *C*-Dur-Leiter ist, indem dort die Halb- und Ganztonstufen sich von oben nach unten in derselben Ordnung folgen wie beim *C*-Dur von unten nach oben; worauf denn auch Oettingen hinweist. Wir wollen hier nicht untersuchen, ob dies wirklich auf einer umgekehrten Auffassung des Tongebietes beruht. Nehmen wir's aber an, so würde uns eben damit die Geschichte lehren, dass der Entwickelungsprozess von der phonischen zur tonischen Auffassung fortgeschritten ist, also vermuthlich diese immer stärker zur Geltung bringen wird. Doch möchte ich dies nur als argumentum ad hominem betrachtet wissen.

Nicht Unrecht wird man Oettingen geben können, wenn er gegen die Einführung des erhöhten Leittones in manchen Volksliedern in der Moll-Tonart Einspruch erhebt. Aber dieses *g* in *A*-Moll braucht seine Berechtigung nicht aus einer phonischen Auffassung herzuleiten. Es hat andere Wurzeln: die drei Moll-Dreiklänge auf *a*, *d* und *e*, aus denen die *A*-Mollleiter abzuleiten ist, führen in der That nur zu *g*; *gis* ist durch Alteration daraus entstanden.

12. Wir kommen also zu dem Ergebniss, dass die Lehre von dem symmetrischen Verhältniss von Dur und Moll und die damit zusammenhängende Um- und Fortbildung der Obertonlehre die Widersprüche dieser Lehre mit den Thatsachen nicht vermindert sondern nur vermehrt. Die Obertöne können für die Theorie der Konsonanz auf keine andere Weise nützlich gemacht werden, als indem man sich endlich entschliesst, sie sammt den Untertönen bei der Erklärung der Grundphänomene einfach und definitiv bei Seite zu lassen.

Dennoch wird man auch diesmal, um gerecht zu sein, nicht verkennen dürfen, dass mancherlei richtige Beobachtung und manche von der bisherigen Tonlehre ungenügend erklärte Erscheinung zur dualistischen Lehre verführen konnte. Männer wie ZARLINO, TARTINI, RAMEAU, HAUPTMANN gehörten nicht bloss zu den scharfsinnigsten Theoretikern, sondern standen zugleich mitten im praktischen Musikleben ihrer Zeit, und man kann nicht annehmen, dass sie bloss durch theoretisch-mathematische Spekulation auf eine solche Idee gekommen wären.

Es liegt vor allem eine unleugbare Paradoxie darin, dass ein Charaktergegensatz wie er zwischen Moll und Dur besteht, durch die blosse Verrückung eines Tones um eine Halbtonstufe hervorgebracht wird. Dass durch dieses Mittel eine Konsonanz in eine Dissonanz übergeht, lehren tausend andere Fälle; aber hier scheint es sich nicht einmal um eine Verminderung der Konsonanz zu handeln und doch um einen Gegensatz, vergleichbar dem von Positiv und Negativ, Erhebung und Depression und dergleichen, wie denn auch die gebräuchlichen Ausdrücke selbst einen solchen Gegensatz andeuten. GOETHE's Wort, worauf RIEMANN hinweist, über die „theoretischen Musikhansen", die keine bessere Erklärung des Mollakkords als die durch Erniedrigung der Durterz wissen (Brief an Zelter), drückt diese Paradoxie aus. Die Frage ist nur, ob die Lösung nicht doch auf einem anderen Wege als dem der Dualisten zu suchen ist; aber dass sie noch nicht genügend gegeben ist, muss man anerkennen.

Speziell für OETTINGEN lag wohl die nächste Veranlassung seiner Aufstellungen in der ungenügenden Molltheorie von HELMHOLTZ, wonach im Moll nur eine Zusammenstellung von verwandten Tönen vorliegt, die aber durch kein zwingendes Band zusammengehalten ist und an Wohlklang manche dis-

sonante Zusammenstellungen nicht übertrifft. Diese Unterordnung des Molldreiklangs, der doch eine so grosse Rolle spielt, sollte nun beseitigt und in völlige Koordination verwandelt werden. Ja nach OETTINGEN kehrt sich die Rangordnung beinahe um, da der phonische Oberton in den meisten Fällen reell existirt, der tonische Grundton dagegen nur „virtuell" (S. 46).

So ist es vielleicht auch richtig beobachtet, dass in unserer Musik absteigende Wendungen besonders dem Moll gut anstehen, aufsteigende mehr dem Dur; wenn auch natürlich entgegengesetzte Beispiele tausendfältig sich darbieten und eine vergleichende Statistik darüber nicht vorliegt, auch schwer zu liefern wäre. Aber nehmen wir die Thatsache als gegeben, so wäre doch die Frage, ob wir es nicht vielmehr mit einer Folge des bereits entwickelten Gefühlscharakters beider Tongeschlechter zu thun haben, während der Dualismus umgekehrt den Gefühlscharakter als Folge aus der auf- und absteigenden Natur der Tongeschlechter herleitet. Immerhin begreift man, wieso manche Züge der wirklichen Musik die dualistische Lehre glaubwürdig machen konnten. Wenn man genauer zusieht, ist freilich der Zusammenhang zwischen dem „Trauerweidencharakter" des Moll und seiner Entstehung nach dualistischen Grundsätzen doch auch nur locker. Man könnte auch den umgekehrten Erfolg erwarten: wenn die Phonika, der erzeugende Ton, oben liegt, so muss, könnte man sagen, der Mollklang und die Mollmelodie eine Tendenz nach oben haben.

Es ist ferner eine wichtige und von den genannten Forschern mit Recht betonte Thatsache, die aber im Grunde weder mit der Klangvertretung noch mit dem Dualismus etwas zu thun hat, dass der gegenwärtige Musiker (vom gewöhnlichen Musikmenschen möchte ich es nicht so unbedingt behaupten) in Dreiklängen denkt, dass er jeden Ton und so auch jeden Zweiklang als Theil eines Dreiklangs (oder einer noch reicheren Tonkombination) auffasst.[1] Eine kleine Terz für sich allein ist in der That harmonisch mehrdeutig; sie kann z. B. der obere Theil eines Dur-, oder der untere Theil eines Molldreiklanges sein, und je nach der Auffassung wechselt sie vollständig ihren Gefühlscharakter. Diese Thatsache ist es, welche die Dualisten zu der Behauptung

[1] HAUPTMANN, Natur der Harmonik und Metrik, S. 23: „Jeder Ton eines musikalischen Satzes ist Oktave, Quinte oder Terz."

führt, dass auch Konsonanz nicht eine Eigenschaft von Zweiklängen, sondern erst von Dreiklängen sei. Aber man muss eben Konsonanzempfindung und Harmoniegefühl auseinanderhalten, und man muss ebenso die gemeinsamen Elemente aller Musik und die besonderen hochentwickelten Bildungen und Denkgewohnheiten der Gegenwart auseinanderhalten.

Konsonanz ist das Grundphänomen, ohne welches nicht einmal die Oktave gefunden wäre. Das Vorhandensein der Oktave wird von den Dualisten ohne Definition zu Grunde gelegt — als wenn nicht die Oktave selbst die Hauptkonsonanz wäre. Wenn man das Wesen der Konsonanz definiren will, darf man doch nicht die wichtigste und grösste aller Konsonanzen bereits als gegeben voraussetzen oder bei der Definition ignoriren. Auf sie vielmehr muss vor allen anderen die zu suchende Definition zugeschnitten werden.

Mit der Gewöhnung, jeden Ton als Glied eines Dreiklangs aufzufassen, hängt es weiter zusammen, dass wir auch einen einzelnen Ton als dissonant bezeichnen, wenn er zu einem Moll- oder Durdreiklang hinzukommt, ohne doch im Oktavenverhältniss zu einem der drei Töne zu stehen. Wir sagen dann, er dissonire mit dem ganzen Klang, obschon er meistens nur mit einem der drei Töne dissonirt: weil wir eben den Dreiklang als Ganzes auffassen. Weiterhin bezeichnen wir dann auch den so entstehenden Vierklang als dissonanten Akkord. Dies sind übertragene Anwendungen des Dissonanzbegriffes, die sich leicht aus der ursprünglichen unter Mitberücksichtigung des eben erwähnten Umstandes ableiten lassen. Der Dualist macht nur den Fehler, dass er sie als die primäre Anwendung betrachtet. Dadurch kommt er zu der Behauptung, Dissonanz bestehe immer und nothwendig in der Verbindung eines Dreiklangs mit dreiklangfremden Tönen.

13. Eine spezielle Erscheinung mag schliesslich noch diskutirt werden, da sie als beweisend angeführt worden ist. Hugo Riemann hält mir die Frage entgegen[1], wie die Dissonanz des übermässigen Dreiklangs anders als durch die Klangvertretungslehre und den Dualismus begriffen werden könne? *c* und *e* sind nach der alten Lehre konsonant, *c* und *gis* gleichfalls, *c* und *gis* sind zwar theoretisch dissonant, aber auf dem

[1] In dem Aufsatz: Was ist Dissonanz? S. 149.
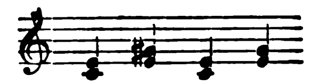
Klavier fällt *gis* mit *as* zusammen, und wenn wir *c—gis* allein anschlagen, beachten wir gewöhnlich die Abweichung der temperirten Stimmung nicht, sondern empfinden das Intervall als Konsonanz der kleinen Sexte. Wie ist es nun möglich, fragt RIEMANN, dass jener Dreiklang, worin ausschliesslich konsonante Intervalle vereinigt sind, worin kein Ton mit irgend einem anderen dissonirt, gleichwohl eine so ausgesprochene und scharfe Dissonanz darstellt? Dies ist nur darum möglich, weil unser ganzes musikalisches Denken von Dur- und Molldreiklängen ausgeht und weil jede Tonkombination dissonant ist, deren Theile sich nicht auf einunddenselben Dreiklang, bezw. einunddenselben tonischen oder phonischen Hauptton beziehen lassen. In unserem Falle können wir *c—e* auf den *C*-Dur, *c—gis* auf den *E*-Dur-Klang beziehen (oder kurzweg *gis* als klangfremden Ton betrachten); aber alle drei Töne können nicht Theile Eines Klanges sein. Darum ist dieser Dreiklang dissonant.

Man könnte entgegnen, dass der Dreiklang 8 : 10 : 13, der unter den Obertönen oft genug mit ziemlicher Stärke vorkommt, somit einen einheitlichen Grundklang müsste vertreten können, mindestens ebenso dissonant ist wie der übermässige Dreiklang 8 : 10 : 12,5, dass also auch für die Klangvertretungslehre wieder einige Schwierigkeit besteht. Versuchen wir aber auch positiv die Vertheidigung der alten Lehre.

Für das wohlerzogene musikalische Bewusstsein der Gegenwart liegt zweifellos ein Grund des Missfallens an diesem Akkord (bei isolirtem Erklingen) darin, dass er Auflösung verlangt, Auflösung in einen Dur- oder Molldreiklang. Nur in einem solchen (bezw. in einem Vierklang, der auch noch die Oktave der Tonika enthält) finden wir definitiv Befriedigung. Dabei ist es einerlei, ob der höchste Ton des übermässigen Dreiklangs als *gis* oder als *as* aufgefasst wird. Davon hängt es nur ab, welche Entwickelung der Modulation man erwartet. Man kann sich auch *c* als Vorhalt vor *H* denken u. s. w. Und gerade diese Vieldeutigkeit in Hinsicht der Modulation macht den Akkord zu einem so brauchbaren und interessanten Scheusal. Nur so wie sie augenblicklich gerade klingt, kann die Kombination nicht bleiben, mindestens einer der Töne muss weichen. Folgt also keine Auflösung oder folgen gar, wie bei WAGNER öfters, eine Reihe unaufgelöster übermässiger Dreiklänge aufeinander, so wird allerdings ein starkes Unbehagen resultiren,

wenn nicht höhere künstlerische Rücksichten, etwa der Zusammenhang mit einer dramatischen Gesammtwirkung das Unbehagen wieder in ästhetische Befriedigung verwandeln.

Wir werden also zugeben, dass an der Gefälligkeit dieses Akkordes die Auffassung ganz wesentlich betheiligt ist, nur nicht gerade in der Form, wie sie die Klangvertretungslehre annimmt, sondern wie sie aus der gewöhnlichen musikalischen Erfahrung, aus dem uns vertrauten Zusammenhang der Akkorde, ganz abgesehen von allen Ober- und Untertönen entspringt. Wie sehr hier die Auffassung und nicht bloss der sinnliche Eindruck als solcher wirksam ist, sieht man auch daran, dass die Aufeinanderfolge der zwei Intervalle



gleichfalls abscheulich erscheint. Ob nicht doch auch eine rein sinnliche Unannehmlichkeit mitwirkt und worin sie gründet, brauchen wir hier nicht zu entscheiden, da dieses Problem gleichsehr für die Anhänger der Klangvertretungslehre wie für uns besteht und keiner das Recht hat, es dem anderen zuzuschieben.

Nun ist aber überhaupt die Frage nach der Gefühlswirkung und ihren Gründen nicht identisch mit der nach der Konsonanz oder Dissonanz, um die es sich uns hier handelt. Wie steht es also mit der Dissonanz des Akkordes, abgesehen von seiner Gefühlswirkung? Ist es nicht doch räthselhaft, wie ein Dreiklang dissonant sein kann, dessen Töne sämmtlich paarweise untereinander konsoniren? Ist es nicht ein deutlicher Beweis, dass Zweiklänge für sich allein weder konsoniren noch dissoniren?

Ich denke nicht, dass wir zu dieser Folgerung genöthigt sind, die die Aufstellungen von Jahrtausenden über Konsonanz ebenso wie den ganzen bisherigen Ertrag unserer Untersuchungen umstossen würde. Es kommt darauf an, wie man Dissonanz von Mehrklängen überhaupt definirt. Unsere Definition von Konsonanz und Dissonanz bezog sich zunächst auf Zweiklänge. Für Dreiklänge, worin zwei Töne konsoniren können, während der dritte mit beiden oder mit einem von ihnen dissoniren kann, gilt es daher eine positive Bestimmung zu treffen; und die Musiker sind, wie schon erwähnt, übereingekommen, einen Mehrklang dissonant zu nennen, wenn auch nur einer der Töne mit irgend einem anderen darin enthaltenen (von den Obertönen

abgesehen) dissonirt. Jedenfalls ist diese Definition die einfachste, welche gegeben werden kann, und hinsichtlich der Anwendung auf die Fragen der Modulation die zweckmässigste. Nun ist *c—gis* eine Dissonanz, d. h. es gehört zur untersten Stufe der Verschmelzung, also ist *c—e—gis* ein dissonanter Dreiklang.

Logisch ist hier alles in Ordnung: aber RIEMANN verweist auf die Indulgenz unseres Ohres, für welches *as* und *gis* am Klavier zusammenfallen. Die Frage wäre also, wie das Ohr, das sonst bei Klavierakkorden so geduldig und abgestumpft ist, dazu kommt, gerade hier so bestimmt *gis* als *gis* und nicht als *as* zu fassen. Ich antworte: gerade weil wir beim Klavier gewöhnt sind, kleine Abweichungen von der Reinheit zu ignoriren, und darum den Zusammenklang der dritten weissen mit der vierten schwarzen Taste der *C*-Leiter an und für sich ebensowohl als Konsonanz wie als Dissonanz hören können, gerade darum ist es die (durch die vorwiegende Gewohnheit oder durch die augenblicklichen Umstände bedingte) Auffassung, welche die Entscheidung bewirkt. Und die Auffassung wird hier einfach dadurch bestimmt, dass die grosse Terz ein gewöhnlicheres Intervall ist als die verminderte Quarte. Wir hören also *e—gis*, und damit ist auch *c—gis* gegeben und der dissonirende Akkord fertig. Entschliessen wir uns jedoch oder werden wir durch vorausgehende Modulationen dazu genöthigt, den kritischen Ton als *as* aufzufassen, also eine kleine Sexte von *c* zu hören, nun so kommen wir eben wieder mit *e* in Kollision. Nur das kann man nicht verlangen, dass wir den höchsten Ton in Beziehung zu *c* als *as* und gleichzeitig in Beziehung zu *e* als *gis* hören; das hiesse einem vernünftigen Ohre zu viel zumuthen. Nur dann aber, wenn dieses Inkonsequente und Unmögliche von uns verlangt wird, würde die Folgerung sich ergeben, die RIEMANN aus der alten Konsonanztheorie zieht: dass ein aus lauter Konsonanzen bestehender Dreiklang als Ganzes eine entschiedene Dissonanz repräsentirte.

Ich kann also auch aus diesem merkwürdigen Gebilde, über das schon mehr als eine Monographie geschrieben wurde und das in der That besonders geeignet ist, das Nachdenken und Erklärungsbedürfniss zu stacheln, kein Argument zu Gunsten der Klangvertretungslehre entnehmen und finde die herkömmliche von Zweiklängen ausgehende Konsonanzauffassung anstandslos auch an dem Kind der Neuzeit durchführbar.

14. Endlich möge noch darauf hingewiesen werden, wie die Dualisten selbst vielfältig dem Merkmal der Verschmelzung Zeugniss geben. Nicht bloss bei der Oktave wird die Klangeinheit der Töne (hier also doch bloss zweier Töne!) stark hervorgehoben, sondern auch bei den Dreiklängen selbst. Gerade die wahrgenommene Einheitlichkeit des Dreiklanges gegenüber den dissonanten Akkorden ist es, die sie zu der Hypothese veranlasste, dass eine einheitliche Beziehung der drei Töne auf einen gemeinsamen Hauptklang stattfinde.[1] Die Erklärung schenken wir ihnen, aber die wahrgenommene Thatsache selbst heben wir um so nachdrücklicher hervor, erklären die Einheitlichkeit des Dreiklangs aus der Einheitlichkeit der daran betheiligten Zweiklänge, setzen diese selbst mit der anerkannten Einheitlichkeit der Oktave in Parallele, und betonen den durchaus sinnlichen, nicht intellektuellen Charakter dieser Einheitlichkeit. Es ist ein erfreuliches Zeichen der Annäherung, dass Riemann die hohe Bedeutung der Verschmelzungsthatsachen neuerdings ausdrücklich anerkannt hat.[2] So ist zu hoffen, dass nach und nach auch unter den Musiktheoretikern der Dualismus der Parteien in einheitliche Verschmelzung übergehe.

Schlussbemerkung.

Niemand kann lebhafter als der Verfasser die Unvollständigkeit empfinden, die der vorstehenden Darstellung noch anhaftet. Einerseits harren die Erscheinungen der Tonverschmelzung, die als Ausgangspunkt benutzt sind, noch der Untersuchung ihrer physiologischen Grundlagen, andererseits sind wir, obschon der Begriff der Konsonanz prinzipiell von dem der Annehmlichkeit

[1] Riemann, Musiklexikon, Art. „Konsonanz“: „Konsonanz ist das Verschmelzen zweier oder mehrerer Töne zur Klangeinheit“. Art. Moll-Akkord: „Wie man auch Konsonanz definiren mag, jedenfalls bleibt doch festzuhalten, dass Einheit der Kardinalpunkt der Konsonanz ist.“ Natur der Harmonik, S. 180: „Der Moll-Akkord verschmilzt in der vollkommensten Weise in der Einheit des höchsten Tones.“ Vgl. auch Moritz Hauptmann, oben S. 23. Anm.

[2] Im Katechismus der Akustik S. 92f. und in dem Aufsatz: „Was ist Dissonanz?“

gesondert wurde, doch überall auf enge Beziehungen beider gestossen, die nur in einer zusammenhängenden Untersuchung der musikalischen Gefühlswirkung, zumal des Harmoniegefühls ihre nähere Beschreibung und Erklärung finden können. Und hier ist noch fast alles zu leisten. Aber nicht alles lässt sich aus der Konsonanzdefinition begreifen. Wohl können wir die komplizirteren ästhetischen Wirkungen durch die Verschmelzung und die daran assoziirten Vorstellungen ziemlich plausibel machen, aber wie es kommt, dass ein durch vier oder fünf Oktaven durchgeführter reingestimmter Durdreiklang aus einfachen Tönen in den Ohren der gegenwärtigen zivilisirten und nebenbei auch musikalischen Menschen (die doch nur einen Bruchtheil bilden und sich nicht als die Normalmenschen aufspielen können) den denkbar süssesten sinnlichen Wohllaut, die verwirklichte Sphärenharmonie der Pythagoreer erstehen lässt — darüber können wir bestenfalls gewisse allgemein gehaltene Gedanken äussern, eine wirkliche Erklärung zu geben ist heute noch keinem menschlichen Verstande möglich.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a/S.

Beiträge

zur

Akustik und Musikwissenschaft

herausgegeben

von

Dr. Carl Stumpf,

o. Professor an der Universität zu Berlin.

---

2. Heft:



Leipzig.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

1898.

Die innere Paginirung bezieht sich auf die *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, herausgegeben von Ebbinghaus und König.

Inhalt des zweiten Heftes.

Neueres über Tonverschmelzung.

Von

Carl Stumpf.

Seit meinen auf die Verschmelzungsstufen bei gleichzeitigen Tönen bezüglichen, im II. Bande der *Tonpsychologie* 1890 veröffentlichten Untersuchungen sind zwar die behaupteten Thatsachen von Verschiedenen als zutreffend und zugleich als der richtige Ausgangspunkt für die Definition der Konsonanz anerkannt worden, aber bis vor kurzem ist keine eingehendere Untersuchung zu ihrer Bestätigung oder Widerlegung veröffentlicht, abgesehen von bloſs begrifflichem Räsonnement, das uns meines Erachtens vorläufig nicht weiter bringt. Nur Külpe hat in einigen Punkten abweichende Beobachtungen angegeben.[1] Kürzlich indessen (August 1897) ist eine systematische Nachprüfung meiner Angaben und eine Fortsetzung der Versuche durch A. Faist und sogleich darauf eine zweite durch Meinong und Witasek veröffentlicht worden.[2] Faist ging aus von der Selbstbeobachtung über die Reihenfolge der Intervalle in Hinsicht der Verschmelzung, fügte auch die Angaben eines anderen musikalischen Beobachters hinzu, beschäftigte sich dann aber hauptsächlich mit der indirekten Feststellung durch Kollektivversuche an Unmusikalischen nach Art der meinigen, wobei die Frage vorgelegt wird, ob ein gehörter Zweiklang einen oder mehrere Töne enthalte, und eine gröſsere Zahl von falschen (Einheits-) Urteilen als Anzeige einer stärkeren Verschmelzung angesehen wird, sofern nicht noch andere Ursachen im gleichen Sinne wirken können. Meinong und Witasek betraten nur den Weg der direkten Beob-

[1] Grundriſs der Psychologie, 1893.

[2] *Zeitschrift f. Psychologie* Bd. XV. S. 102 ff. und S. 189 ff.

achtung, aber sie beschrieben ihre Wahrnehmungen (im wesentlichen die Wahrnehmungen MEINONG's) in einer viel ausführlicheren Weise als es von Andern geschehen ist, die die Verschmelzungslehre auf Grund eigener Wahrnehmungen acceptierten. Ich will nun diese neueren Beobachtungen und Versuche und ihr Verhältnis zu den meinigen einer Diskussion unterziehen und zugleich auf die Grenzen der dabei angewandten Methoden hinweisen.

1. Den Mittelpunkt der Verschmelzungslehre bildet die Behauptung, dafs die Verschmelzung, d. h. die Einheitlichkeit des Eindruckes, bei Oktaven, Quinten, Terzen in dieser Reihenfolge abnimmt. Denn da die genannten Intervalle auch hinsichtlich ihrer Konsonanz in derselben Reihenfolge stehen (die beiden Terzen nehmen wir vorläufig zusammen), und aus diesen Intervallen mit Hilfe des Begriffes der indirekten Verwandtschaft die ganze Tonleiter resultiert, so liegt in jener Thatsache, wenn sie anerkannt wird, ein Hinweis, wenn auch nicht ohne weiteres ein Beweis, dafs in der Tonverschmelzung das wesentlichste Merkmal der Konsonanz und damit der Grundbegriff der ganzen Musiklehre zu finden ist.

In dem genannten Punkt stimmen nun nicht blofs alle Selbstbeobachtungen, sondern auch FAIST's Kollektivversuche mit den meinigen überein, und zwar die letzteren nicht blofs in den Endergebnissen, sondern auch in sämtlichen 7 Einzelreihen, mit Ausnahme der ersten, worin die Quinte um eine minimale Differenz hinter die grofse Terz tritt. Aber FAIST hält selbst die beiden ersten Reihen für weniger gut, da sie wegen zu grofser Analysierungsfähigkeit der dabei fungierenden Urteilspersonen überhaupt geringere Differenzen lieferten.

Insoweit dürften denn auch die Verschmelzungsthatsachen, nachdem sie dem theoretischen Bewufstsein seit dem griechischen Altertum immer mehr entschwunden waren, bald wieder so sehr zum Allgemeinbesitz der Tonlehre gehören, dafs man sie für selbstverständlich und des Beweises oder der Verteidigung garnicht bedürftig ansehen wird.

2. Ein zunächst wichtiger Punkt ist die Stellung der Quarte. Über ihre Konsonanz ist bekanntlich unter den Musiktheoretikern lange Streit gewesen und noch Streit. Es rührt das aber von der Vermengung verschiedener Gesichtspunkte her, speziell von der Mitwirkung des Gefühlsmoments. Hält man sich blofs an

die Verschmelzung, so kommt die Quarte zwischen der Quinte und den Terzen zu stehen, welchen Platz ihr auch das Altertum bereits einstimmig anwies. Diese Stellung geht aus meinen Versuchen hervor und wird nun durch die neueren durchgehends bestätigt. Die sonst vielfach auseinandergehenden Aufstellungen sind hierin einstimmig, und wiederum stimmen auch alle Einzelreihen FAIST's aufser den zwei ersten in diesem Punkte unter sich überein.

3. Nicht unwichtig, aber zugleich schwierig erschien mir seinerzeit die Frage, ob innerhalb der Gruppe, zu welcher ich die beiden Terzen und die beiden Sexten gemeinschaftlich rechnete — wir wollen sie kurz als Terzengruppe bezeichnen —, noch Unterschiede der Verschmelzung zu finden seien. Ich glaubte damals in direkter Beobachtung deutliche Unterschiede nicht zu finden. In den Kollektivversuchen an Unmusikalischen erwies sich die Stellung der kleinen Terz als schwankend je nach den Umständen. Von Einflufs darauf schienen mir einerseits die Schwebungen, andererseits der verhältnismäfsig geringe Abstand der beiden Töne. Geschieht es doch selbst bei der Aufeinanderfolge der Töne oft genug, dafs Unmusikalische hier den höheren Ton für den tieferen halten. In der durch Summierung mehrerer Reihen gewonnenen Schlufsübersicht der Ergebnisse (*Tonpsych.* II, 168) kommt die kleine Terz überall vor der grofsen zu stehen; dennoch glaubte ich aus verschiedenen Gründen auf eine stärkere Verschmelzung hieraus nicht schliefsen zu können, ja die Möglichkeit offen lassen zu müssen, dafs die grofse Terz der kleinen in dieser Beziehung noch etwas überlegen sei.

Die neueren Beobachtungen und Versuche führen nun ihre Urheber zu der bestimmten Behauptung, dafs in der That die kleine Terz der grofsen nachstehe. In FAIST's Schlufstabellen steht die kleine Terz den Dissonanzen sogar näher als der grofsen Terz und den Sexten.

Ich kann mich in diesem Punkte gleichwohl noch nicht für überzeugt erklären; erstens weil, wie erwähnt, in meinen Schlufstabellen umgekehrt die kleine Terz vor der grofsen steht, zweitens, weil bei FAIST in der einzigen Reihe mit reiner, nichttemperierter Stimmung (wie ich sie stets gebrauchte) die beiden Terzen einander so gut wie vollkommen gleich stehen, drittens, weil in der Terzengruppe überhaupt in seinen einzelnen Tabellen grofse Verschiebungen stattfinden. Sehen wir die zwei Tabellen

an, aus denen die Schlufstabelle zusammengestellt ist, und deren jede wieder das Ergebnis mehrerer Versuchsreihen ausdrückt (S. 121), so sind die Zahlen der falschen Urteile folgende:

	Kl. Sext	Gr. Terz	Gr. Sext	Kl. Terz	
I. Tabelle:	90	87	79	55	— unter je 480.
II. Tabelle:	34	53	63	43	— „ „ 288.

Die Reihenfolge der Verschmelzung wäre also, wenn wir die grofse Terz mit **3**, die kleine mit 3, die Sexten entsprechend mit **6** und 6 bezeichnen, nach der I. Tabelle: 6, **3**, **6**, 3; nach der II.: **6**, **3**, 3, 6. Dafs bei so allgemeinem Platzwechsel, wodurch z. B. die kl. Sext einmal an den Anfang, das andremal an's Ende tritt, die kl. Terz beidemale nach der grofsen zu stehen kommt, kann sehr wohl als zufällig angesehen werden.

Desgleichen stimmt das Ergebnis der Kollektivversuche innerhalb dieser Gruppe nicht mehr mit den Selbstbeobachtungen und diese nicht mehr untereinander überein. Wir wollen alle Angaben nebeneinander stellen.

Kollektivversuche Faist's (Schlufstabelle):	**6**, **3**, 6, 3
Direkte Beobachtung Faist's (S. 104):	**3**, 6, **6**, 3
„ „ K.'s (daselbst):	**3**, 3, **6**, 6
„ „ Meinong's (S. 198, 193):	**6**, **3**, 3, 6

Nimmt man auch die früheren, mehr vorläufigen Urteilsreihen Meinong's und Witasek's dazu (S. 191), so erscheinen noch andere Anordnungen, wie 3, **6**, 6 oder 3, **6**, 6, **3**. Zwei der früheren Reihen Meinong's stimmen dagegen mit der von K. überein. In Faist's Kollektivversuchen haben **6** und **3** so gut wie gleiche Zahlen (142 und 140), sodafs hiernach auch noch die Anordnung **3**, **6**, 6, 3 eben so berechtigt wäre.

Das erinnert schon bedenklich an die Permutationsrechnung. Wir kommen hier offenbar in das Reich der Unsicherheit. Es müssen mancherlei Umstände Schwankungen hervorbringen, die die Stellung aller dieser vier Intervalle gegeneinander nach wie vor fraglich und es darum am rätlichsten erscheinen lassen, sie in Einer Gruppe nebeneinander zu stellen.

Allerdings ist nicht zu übersehen, dafs die kleine Terz nicht blofs im Schlufsergebnis, sondern auch in sämtlichen 7 Einzel-

reihen Faist's merklich nach der grofsen zu stehen kommt, nur die sechste (mit reiner Stimmung) ausgenommen, wo der Unterschied, wie gesagt, verschwindet. Das ist, ich leugne es nicht, ein schwerwiegender Umstand. Und es kommt hinzu, dafs auch alle direkten Beobachtungen der Neueren (mit Ausnahme der ersten von Witasek) in diesem Punkt wenigstens übereinstimmen. Aber es könnte hier, abgesehen von den doch etwas merklicheren Schwebungen der kleinen Terz, ein Gefühlsmoment mitwirken. Es scheint, dafs Unmusikalische, die selbst gegen stark dissonante Akkorde unempfindlich sind, doch vielfach einen Unterschied zwischen dem Dur- und dem Moll-Dreiklang machen (*Tonpsych.* II, 158). Musikalischen gilt ja ohnedies das Moll meistens als minder wohlklingend. Vielleicht hat dieser Gefühlsunterschied doch einen Einflufs geübt und statt eines Verschmelzungsunterschiedes gewirkt. Die Sache scheint mir also noch nicht spruchreif. Aber ich wiederhole, dafs ich das Vorhandensein von feineren Unterschieden innerhalb dieser Gruppe nicht überhaupt in Abrede stelle, sondern vielmehr aus deduktiven Gründen, die man sich freilich in verschiedener Weise zurechtlegen kann, wahrscheinlich finde. Nur sind sie jedenfalls gering gegenüber denen zwischen der Oktave, Quinte, Quarte und dieser Gruppe selbst, und sie werden sehr schwer streng zu beweisen sein, während jene grofsen Unterschiede sich leicht direkt und indirekt feststellen lassen.

4. Mit ziemlicher Deutlichkeit ergiebt sich dagegen aus den neuen Versuchen, dafs die Intervalle 4:7 und 5:7 — nennen wir sie vorläufig die S i e b e n e r g r u p p e — stärker verschmelzen als die eigentlichen Dissonanzen. Bezüglich 4:7 hatte ich dies bereits vermutet (a. a. O. 135, 154) und bin inzwischen darin noch bestärkt, zu der gleichen Anschauung aber auch für 5:7 geführt worden.[1]

Die beiden Intervalle sind ausdrücklich nur von Meinong in seine Beobachtungen aufgenommen und hiernach in gleicher Weise rangiert worden (S. 198). In den Versuchen von Faist nimmt statt 5:7 der nur wenig davon verschiedene T r i t o n u s dieselbe Stellung ein. Ich halte es aber mit Faist für wahr-

[1] Siehe meine im Juli 1897 erschienene Arbeit über *„Geschichte des Konsonanzbegriffes“* I. Teil, Abhandlungen der Münchener Akademie, I. Klasse, 21. Bd., S. 70 f.

scheinlich, dafs das Ergebnis eben dieser Nähe des Tritonus an 5:7 zu verdanken ist[1], wie ich denn a. a. O. die Angabe des alten GAUDENTIUS (3.—4. Jhrh. nach Chr.), der den Tritonus nebst der grofsen Terz zu den unvollkommenen Konsonanzen (Paraphonien) rechnete, hierauf zurückzuführen suchte. Wenn man die übermäfsige Quinte *c—gis* untersuchte, würde man wohl ähnliche Resultate erhalten, weil sie eben auch zu nahe an der kleinen Sext *c—as* liegt. Wahrscheinlich geht ohnedies die Verschmelzungskurve in solchen Fällen, wo zwei Konsonanzen wie *c—g* und *c—as* dicht beisammen liegen, dazwischen nicht auf ihren tiefsten Stand zurück (*Tonps.* II, 176).

Man könnte auf Grund dieser Ergebnisse sogar mit Fug die Frage stellen, was uns berechtigt, für diese Intervalle 4:7, 5:7 und andere etwa damit gleichwertige eine eigene Verschmelzungsstufe in Anspruch zu nehmen und sie nicht vielmehr einfach der Terzengruppe zuzurechnen. In FAIST's Tabelle steht der sogenannte Tritonus bald nach, bald vor, bald zwischen den Intervallen der Terzengruppe. Im Schlufsresultat steht er ihnen etwas voran; das ist aber auch nur die Folge der beiden letzten Versuchsreihen. Wenn wir nun die bezüglichen Ergebnisse hauptsächlich auf das Verhältnis 5:7 zu beziehen haben, so würde man daraus auf die Zugehörigkeit dieses Verhältnisses zur Terzengruppe schliefsen können, deren Angehörige ebenfalls öfters ihren Platz vertauschen. Auch die subjektive Beobachtung spricht nicht ganz bestimmt. FAIST sagt von sich ausdrücklich, dafs er den Tritonus nur darum als besondere Gruppe zwischen der Terz-Sextengruppe und den eigentlichen Dissonanzen aufführe, weil er zweifle, zu welchen von beiden er ihn rechnen solle. MEINONG bildet zwar in seiner Übersicht überhaupt keine Gruppen, stellt aber die beiden Verhältnisse 4:7 und 5:7 zwischen die Terzen und Sexten einerseits und die Dissonanzen andererseits. Diese Angaben widersprechen aber doch auch nicht, wenn wir sie als eigene Gruppe zwischen beide stellen, was meinem Urteil am meisten entsprechen würde. Wenn man sich darauf

---

[1] Nehmen wir als tieferen Ton 400 (aus der eingestrichenen Oktave), so ist der Tritonus hiervon in temperierter Stimmung = 565,68, in reiner (32:45) = 562,5, während das Verhältnis 5:7 560 ergiebt. Die letztere Differenz ist ganz unmerklich, aber auch die Abweichung des temperierten Tritonus relativ sehr gering.

vereinigt, würde ich „Übergangsgruppe" als Bezeichnung dafür vorschlagen.

Daſs sie nicht unter die gebräuchlichen Intervalle aufgenommen sind, hat Gründe, die in der Entwicklung des musikalischen Systems liegen und nicht schwer anzugeben sind. Aber gerade ihr Nichtgebrauch in der praktischen Musik hat vielleicht beigetragen, zwischen den „Konsonanzen" und den „Dissonanzen" in unserem Bewuſstsein eine gröſsere Kluft zu schaffen, als sie sonst vorhanden wäre.

5. Alle übrigen Tonkombinationen, die Dissonanzen der Musik und die nicht musikalischen (durch merkliche Verstimmung erzeugten), hatte ich zu einer letzten Stufe der Verschmelzung zusammengefaſst, da ich deutliche Unterschiede unter ihnen nicht zu finden glaubte und aus den Ergebnissen der Massenversuche hierüber einen sicheren Schluſs nicht zu ziehen wagte, wenn auch hierbei die kleine Septime merklich vor der groſsen Sekunde zu stehen kam.

Faist fand nun allerdings dasselbe Ergebnis bezüglich der kleinen Septime, ebenso Meinong bei seinen direkten Beobachtungen (S. 193 und 198). Aber einmal ist die Differenz der Zahlen bei den Kollektivversuchen hier verhältnismäſsig gering und die Reihenfolge der beiden Intervalle in den einzelnen Teilreihen nicht sehr konstant, sodann bleibt ein analoges Bedenken wie bei dem sogenannten Tritonus: ob nicht bei der kleinen Septime das Verhältnis 4:7 mitspielte und die Einheitsurteile begünstigte, während umgekehrt bei der groſsen Sekunde Schwebungen im Sinne der Zweiheitsurteile wirken konnten. Ich bin also auch in diesem Punkte nicht überzeugt, obschon ich wiederum die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit von feineren Unterschieden in dieser Klasse zugebe.

Man könnte nun aber auch hier die Frage aufwerfen, ob wir, solange bloſs die Verschmelzung in Betracht gezogen wird, ein Recht haben, diese Gruppe scharf von den vorangehenden zu scheiden. Bekanntlich rechnete das ganze Altertum, Gaudentius ausgenommen, die Terzen und Sexten zu den dissonanten (asymphonen) Intervallen, welche nicht oder nur im geringsten Grade verschmelzende Töne besitzen. Man fand in Hinsicht der Verschmelzung keine erwähnenswerten Unterschiede der letzten Gruppe von den beiden ihnen hier vorangestellten. Heute hat man sich zwar über die Absonderung der Terzengruppe

verständigt, aber die Siebener rechnen manche, soweit überhaupt die Frage für sie aufgeworfen wird, noch mit der vorangehenden, andere mit der nachfolgenden Gruppe zusammen. Ziehen wir noch in Betracht, dafs mit abnehmender Verschmelzung auch die Verschmelzungsunterschiede abnehmen — was von allen neueren Beobachtern bestätigt wird und auch aus den Kollektivversuchen Faist's ebenso deutlich wie aus den meinigen hervorgeht, — so erscheint die obige Frage nicht ohne Berechtigung.

Gleichwohl ist soviel gewifs, dafs Intervalle wie die grofse Sekunde und die grofse Septime erheblich weniger verschmelzen als die grofse Terz. Dafs die Siebener dazwischenstehen und ihrerseits ebensogut als Konsonanzen wie als Dissonanzen bezeichnet werden können, hindert nicht, dafs wenigstens die Dissonanzengruppe von der Terzengruppe unterschieden werde, auch wenn wir uns ausschliefslich an das Verschmelzungsmerkmal halten. Nur freilich eine spezifische Gegenüberstellung, wie sie bei der Unterscheidung von Dissonanzen und Konsonanzen doch wohl beabsichtigt wird, ist aus der Verschmelzung allein nun und nimmer abzuleiten. Hierbei müssen noch andere Merkmale mitwirken.

6. Ich hatte mehrere Verschmelzungsgesetze formuliert. Das Grundgesetz besagt, dafs die Verschmelzung abhängig ist von den Schwingungsverhältnissen. Damit war nur behauptet, dafs ein bestimmter Verschmelzungsgrad gegeben ist bei einem bestimmten Schwingungsverhältnis (nicht also bei bestimmten absoluten Tonhöhen, auch nicht bei bestimmten Schwingungsdifferenzen u. s. w.). Aber es war nicht damit behauptet, dafs der Verschmelzungsgrad sich nach der Einfachheit der Schwingungsverhältnisse richte. Ich wufste wohl, dafs die Schwingungsverhältnisse nach ihrer „Einfachheit" nicht ohne willkürliche Festsetzungen in eine eindeutige Reihe geordnet werden können. Die Bedenken Faist's hierüber kann ich also nicht auf meine Fassung beziehen. Nur gelegentlich bemerkte ich, dafs wenn man deduktiv vorgehen wollte, man den Umstand benutzen könne, dafs „im allgemeinen mit wachsender Gröfse beider Verhältniszahlen die Verschmelzungsgrade abnehmen" (S. 170). Und in solcher Einschränkung, nicht als strenges Gesetz, sondern als approximativer Leitfaden betrachtet, läfst sich die Regel auch wohl vertreten. Der Tritonus macht keine

Schwierigkeiten, wenn wir 5:7 dafür einsetzen, was FAIST selbst vorschlägt.

MEINONG hat, um eine deduktive Regel für die Anordnung der Verhältniszahlen zu gewinnen, zwei arithmetische Gesichtspunkte zu Grunde gelegt, die er aus EBBINGHAUS' Theorie des Hörens ableitet. Er findet die daraus resultierende Ordnung der Verschmelzungen mit seinen Beobachtungen in gutem Einklange. Aber erstlich hebt MEINONG selbst hervor, dafs die beiden Gesichtspunkte untereinander in Konflikt kommen können, dafs also dann eine bestimmte Folgerung nicht mehr daraus abzuleiten ist. Zweitens sind seine Beobachtungen untereinander selbst nicht hinreichend im Einklang, um überzeugende Verifikationen darauf zu gründen. Ich glaube daher mit FAIST, dafs wir das Hauptgesetz der Verschmelzung vorläufig nicht in der Art aussprechen können, dafs die Verschmelzungsstufe allgemein als Funktion des Schwingungsverhältnisses ausgedrückt werden könnte.

7. Unter den übrigen Verschmelzungsgesetzen erwähne ich hier nur die, welche bestritten wurden [1]. So ist vor allem die Lehre, dafs die Verschmelzung unabhängig sei von der absoluten und relativen Stärke der Komponenten, von den genannten Autoren mit Einstimmigkeit abgelehnt worden. Die Einwendungen laufen alle darauf hinaus, dafs die Leichtigkeit der Unterscheidung zweier gleichzeitiger Töne von der absoluten und relativen Intensität beeinflufst wird, was freilich über allen Zweifel erhaben ist. Aber ich mufs dabei

---

[1] Das erste der Gesetze, die ich dem Hauptgesetz zur Seite stellte, dafs nämlich der Verschmelzungsgrad unabhängig ist von der Tonregion, brauchte, streng mathematisch gesprochen, nicht besonders ausgedrückt zu werden. Immerhin wäre denkbar, dafs in einer relativ engen Region, z. B. zweier oder dreier Oktaven, die absolute Tonhöhe irrelevant wäre, darüber hinaus aber nicht. Es sollte also hervorgehoben werden, dafs in dem ganzen musikalisch verwerteten Tonumfang die absolute Tonhöhe einflufslos ist, zugleich aber auch die Beschränkung des Hauptgesetzes daran geknüpft werden, dafs weiter hinauf, anscheinend schon bei 4000 Schwingungen, die Verschmelzungsunterschiede hinwegfallen.

Eigentümlicherweise giebt gerade das Gesetz, welches allgemein mit Zuversicht acceptiert wurde, dafs nämlich die Empfindlichkeit für kleine Abweichungen um so gröfser sei, je stärker die Verschmelzung ist, nach Untersuchungen, die demnächst veröffentlicht werden sollen, zu starken Bedenken Anlafs und bedarf mindestens einer viel genaueren Formulierung.

bleiben, dafs die Verschmelzung nur eine von den Bedingungen für die Unterscheidung ist (was übrigens auch von FAIST und Anderen mehrfach ausdrücklich anerkannt wird) und dafs selbstverständlich, wenn andere Bedingungen aufser der Verschmelzung sich verändern, die Leichtigkeit der Unterscheidung geändert werden kann. Niemals wird man, solange es logische Regeln giebt, in solchen Fällen einen zwingenden Schlufs ziehen können, dafs die Verschmelzung sich auch geändert habe; man müfste denn nachweisen können, dafs das Mafs der Veränderung in der Unterscheidungsfähigkeit gröfser ist, als es sich nach der Veränderung des Intensitätsverhältnisses erwarten liefse. Aber wer möchte sich heutzutage anheischig machen, diesen Nachweis zu erbringen?

Die direkte Beobachtung ist hier natürlich nicht ganz leicht, weil die ungleiche Intensität selbst als störender Umstand für die Vergleichung der Verschmelzungen wirkt. Man vergleicht allenthalben zwei Sinneserscheinungen in Bezug auf irgend ein Verhalten am besten, wenn sie in allen andern Beziehungen gleichgesetzt werden.

Ich möchte nun aber die Frage aufwerfen: Woran erkennt man überhaupt die Oktave, wenn nicht an der Verschmelzung? und erkennen wir die Oktave nicht auch, wenn der eine Ton schwächer ist? erkennen wir sie nicht mit derselben Sicherheit als Oktave wie sonst, so lange der schwächere Ton nur überhaupt noch deutlich erkennbar ist?

Vollends wenn man, wie dies doch auch die genannten Forscher zu thun scheinen (vgl. KÜLPE S. 294, FAIST S. 116) den Verschmelzungsgrad als das wesentlichste Merkmal der Konsonanz betrachtet, so frage ich: Wird etwa eine Dissonanz dadurch Konsonanz, dafs wir einen der beiden Töne schwächer nehmen? Wenn mit jeder Änderung des Stärkeverhältnisses der Konsonanzgrad sich ändert, was sollte aus der Musik werden, in der beständig die mannigfachsten Stärkeverhältnisse gleichzeitiger Töne miteinander abwechseln, während ihre Konsonanzverhältnisse vom Hörer durchaus als gleichbleibende erfafst werden? [1]

---

[1] Die Berufung auf das „Gefühlsmerkmal" wird hier nicht hinreichen; das Unannehmlichkeitsgefühl bei einer Dissonanz wird durch die ungleiche Stärke allerdings abgeschwächt, aber die Dissonanz bleibt Dissonanz wie vorher.

Nebenbei bemerkt verwickeln sich auch alle diejenigen in einen offenbaren Widerspruch, die die Verschmelzung einfach als „Nichtunterscheidung" definieren, zugleich aber mit mir sie als das Wesen der Konsonanz betrachten. Das Wort Verschmelzung kann man freilich definieren wie man Lust hat, aber die Verschmelzung, worin das Wesen der Konsonanz besteht, ist nicht soviel wie der bloſse Mangel der Unterscheidung; denn hiernach würde Konsonanz überhaupt nicht vorhanden sein, solange wir zwei gleichzeitige Töne noch auseinanderzuhalten vermögen, dagegen immer vorhanden sein, wenn ein Ton durch den andern zugedeckt wird, einerlei übrigens, was für ein Intervall sie miteinander bilden. Thatsächlich wird gerade umgekehrt Konsonanz überhaupt nur da gefunden, wo zwei unterschiedene Töne vorhanden sind. Dies indessen nur nebenbei, da wir uns, wie gesagt, mit Streitigkeiten über den Verschmelzungsbegriff selbst hier nicht abgeben wollen.

8. Ein anderes Gesetz lautete, daſs die Verschmelzung zweier Töne durch das Hinzutreten anderer Töne nicht verändert wird.

Külpe bestreitet dies und behauptet, daſs sich beim Zusammenwirken mehrerer Intervalle mittlere Verschmelzungsgrade ausbilden. So werde bei c—g—c^1 die Oktavenverschmelzung durch die Quinten- und Quartenverschmelzung herabgesetzt und wiederum die Quartenverschmelzung durch die Oktaven- und Quintenverschmelzung erhöht. Infolgedessen würden alle Töne deutlicher gehört als in den Intervallen c—c^1 und c—g allein, aber nicht so deutlich wie die Töne der Quarte g—c^1, wenn nur dieses Intervall angegeben wird.

Die zweite Hälfte der Behauptung ist insofern richtig, als überhaupt bei Vermehrung der Töne jeder einzelne weniger deutlich gehört wird, was freilich mit der Verschmelzung nichts zu thun hat. Dagegen muſs ich der ersten Hälfte der Behauptung entschieden widersprechen. Ich kann auch hier nur finden, daſs c und c^1 oder c und g, wenn sie nur als Teile der Oktave, bezw. Quinte, erklingen, deutlicher unterschieden werden können, als wenn noch ein dritter Ton, sei es was immer für einer, dabei ist.

Gleiches gilt von dem andern Beispiel: in dem Akkord f—g—d^1 sollen die Töne f und g weniger deutlich unterscheidbar sein als wenn sie allein erklingen, dagegen g und d^1 deutlicher; also wäre die Verschmelzung der Sekunde durch die

gleichzeitige Quinte vergröſsert, die der Quinte durch die gleichzeitige Sekunde verringert (sodaſs beide sich der mittleren Verschmelzung der ebenfalls in dem Akkord vorhandenen groſsen Sexte nähern würden).

Man kann den Fall noch entscheidender einrichten, wenn man den Zusammenklang *c—f—g* oder *f—g—c*¹ nimmt. Hier müſste durch die gleichzeitige Quinte und Quarte die Verschmelzung der Sekundentöne *f* und *g* ganz deutlich erhöht und der nächst höheren Stufe (Terzenverschmelzung) so angenähert werden, daſs man von einer Dissonanz im Sinne eines scharfen Auseinandertretens der Töne kaum mehr etwas vernehmen könnte. Und wenn wir gar, beide Fälle kombinierend, den Vierklang *c—f—g—c*¹ nehmen, so würde auch eine Oktave, eine zweite Quinte und eine zweite Quarte hinzukommen; diese alle zusammen müſsten doch hinreichen, um die Sekundenverschmelzung auf die nächst höhere Stufe zu heben. Jeder mag es probieren: man wird immer nur diejenige Vermehrung der Undeutlichkeit finden, die durch Hinzufügung jedes neuen gleichzeitigen Tones erzeugt wird und die sich auf alle beteiligten Töne gleichmäſsig erstreckt.

In gewissem Sinne ist es richtig, daſs durch Hinzufügung von stark verschmelzenden Intervallen, namentlich also Oktaven, die Einheitlichkeit des Eindrucks erhöht wird, nämlich relativ gegenüber einem Zusammenklang von gleich vielen Tönen, in welchem weniger solche Intervalle vorkommen. Ein Mehrklang, worin Oktaven überwiegen, klingt verhältnismäſsig nicht so mehrheitlich wie ein Akkord aus gleich vielen Tönen, worin Dissonanzen überwiegen oder allein vorkommen; aber nicht, weil die Verschmelzung der letzteren durch die gleichzeitigen Oktaven erhöht würde, sondern weil natürlich die dissonanten Töne immer mehr gegen die im Oktavenverhältnis stehenden im Gesamteindruck zurücktreten, je mehr es der letzteren sind. Über dies und anderes, was mit der Vermehrung der Tonzahl zusammenhängt, darf ich vielleicht auf *Tonpsych.* II, 329 zurückweisen.

Wir müssen uns auch wohl hüten, die Veränderung der Gefühlswirkung, welche durch die Hinzufügung eines Tones erzeugt wird, als Veränderung der Verschmelzung zu deuten oder sie ohne weiteres aus einer solchen zu erklären. Nichts freilich ist labiler als der Gefühlseindruck bei Zusammenklängen.

Aber er hängt mit äufserst zahlreichen anderen Ursachen aufser der blofsen Verschmelzung zusammen. Dafs eine solche Verwechslung aber bei Külpe mitspielt, scheint mir aus seiner Ausdrucksweise hervorzugehen, wenn er sich darauf beruft, dafs die dissonanten Intervalle durch einen gleichzeitigen dritten Ton bedeutend „gemildert und für ästhetische Effekte besser verwendbar“ werden —, dafs z. B. der Akkord *d—f—g—h* von der „störenden Härte der Sekundenverschmelzung“ nicht mehr viel aufweise. Von mild und hart ist aber hier zunächst nicht die Rede, sondern von einheitlich und mehrheitlich. Der Verschmelzungsgrad selbst dürfte, soweit es uns eben gelingt, innerhalb eines Vierklanges das Verhältnis zweier Töne gesondert zu beachten, sich nicht als ein veränderter erweisen.

Faist hat sich denn auch in seiner kritischen Erörterung der von mir aufgestellten Gesetze diesem Amendement Külpe's nicht angeschlossen und die Unterschiede der Deutlichkeit, welche Külpe findet, auf die gröfsere Verteilung der Aufmerksamkeit bei gröfserer Tonzahl zurückgeführt. Dagegen glaubt Faist aus seinen Kollektivversuchen eine Regel über den Einflufs der Klangfarben, also der Obertöne, ableiten zu können, wodurch er seine Zustimmung doch wieder zurücknimmt. Er stellte seine Versuche teils an obertonreichen, teils an obertonarmen Registern der Orgel an und schliefst aus den erhaltenen Zahlen, dafs durch das Hinzutreten der Obertöne die starken Verschmelzungsgrade herabgesetzt, die geringen erhöht, also die Unterschiede mehr ausgeglichen werden. Ich hatte in drei meiner Versuchsreihen (S. 146 f.) gleichfalls Gelegenheit genommen, den Einflufs verschiedener Klangfarben auf das Mehrheitsurteil zu beobachten, und in dieser Hinsicht die gleiche Wahrnehmung gemacht, daraus aber nicht auf Modifikationen der Verschmelzung geschlossen. In der That sehe ich nicht ein, wie man einen solchen Einflufs mit der zugestandenen Thatsache vereinigen will, dafs durch einen dritten Ton die Verschmelzung zweier Töne nicht geändert wird. Wenn ein dritter gleichstarker Ton keinen Einflufs hat, soll ein schwächerer ihn gewinnen? Schwerlich wird man dies glaubhaft finden.

Die verschiedene Gestaltung der Zahlenreihen, die geringeren Unterschiede in der Anzahl der Einheitsurteile bei schärferen gegenüber milderen Klangfarben, werden also, wenn sie nicht zufällig sind, einer anderen konstanten Ursache zugeschrieben

werden müssen. Ich hatte diese schwierige Frage nach dem Einfluſs der Klangfarben auf die Zuverlässigkeit der Analyse, worüber man auch bei Musikalischen Verschiedenes beobachten kann, S. 348 f. ausführlich besprochen, indessen den provisorischen Charakter meiner Bemerkungen hervorgehoben. Vielleicht ist in unserem Falle der Umstand Schuld, daſs bei obertonreichen Klängen ein konsonantes Intervall infolge der Koinzidenz der Obertöne im ganzen weniger Töne enthält als ein dissonantes. Vielleicht sind auch Intensitätsunterschiede mit im Spiele, da gleichzeitige Töne sich gegenseitig schwächen, sodaſs bei dissonanten Intervallen in solchen Fällen die Grundtöne bei gleicher objektiver Reizstärke etwas schwächer sein werden als bei konsonanten. Vielleicht kommen aber auch andere Gesetze der Intensitätsverteilung unter den gleichzeitigen Tönen in Betracht, wie sich solche etwa aus Max Meyer's Theorie des Hörens ergeben würden.

9. Groſsen Anstoſs endlich hat das Gesetz erregt, daſs *bei den um eine oder mehrere Oktaven erweiterten Intervallen die gleichen Verschmelzungsgrade wiederkehren.* Man behauptet nicht bloſs, daſs die Verschmelzungen sich abschwächen, sondern auch daſs die Ordnung der Verschmelzungen nicht mehr dieselbe bleibe. Leider weichen nun aber die Angaben der einzelnen Beobachter nicht bloſs von den meinigen, sondern auch untereinander ab. Bezeichnen wir mit 8 die Oktave, mit **8** die Doppeloktave, mit 5 die Quinte, mit **5** die um eine Oktave erweiterte Quinte (Duodezime), so erhält man beispielsweise für diese vier Intervalle folgende Anordnungen in Hinsicht der Verschmelzung:

Nach	Faist's direkter Beobachtung:	8,	**8**,	5,	**5**.
„	K.'s (seines Kollegen) direkter Beobachtung:	8,	**5**,	5,	**8**.
„	Faist's Kollektivversuchen (S. 108):	8,	5,	**5**,	**8**.
„	Meinong's direkter Beobachtung (Tafel I):	8,	**5**,	**8**,	5.
„	den vorläufigen Beobachtungen Meinong's und Witasek's { teilweise	8,	**8**,	**5**,	5.
	{ teilweise	8,	**5**,	**8**,	5.

Külpe's Angaben endlich können mit Faist's direkter Beobachtung in Übereinstimmung gebracht werden, lassen aber auch noch die Möglichkeit frei, daſs **8** und 5 die Plätze vertauschen.

Wir sehen, die einzige durchgehende Übereinstimmung betrifft die Oktave, welche, wie natürlich, überall an der Spitze steht. Jedes der drei übrigen Intervalle nimmt jeden der drei noch verfügbaren Plätze ein, den zweiten, dritten, vierten. Wie solch' ein buntes Bild zu stande kommen kann, werden wir weiter unten erläutern. Soviel aber sieht man einstweilen, daſs wir in Hinsicht der Thatsachen nicht klüger geworden sind und daſs nur in der Negierung meiner Aufstellungen Einigkeit herrscht.

Ich frage nun aber wiederum: Woran erkennen wir überhaupt die Doppeloktave, wenn nicht daran, daſs die beiden Töne die gleiche Verschmelzung und nur gröſsere Distanz haben wie bei der Oktave? — Da wir uns über die Distanz leicht täuschen, so kann es auch leicht geschehen, daſs wir eine Doppeloktave für die Oktave, eine Tripeloktave für die Doppeloktave u. s. w. halten; aber es wird bei einem musikalischen Menschen kaum vorkommen, daſs er die Duodezime mit der Oktave oder der Doppeloktave verwechselt, obwohl sie in Hinsicht der Tondistanz den beiden nähersteht als diese sich untereinander stehen. Extreme Einheitlichkeit des Eindrucks ist es eben, woran auch die multiplen Oktaven als Angehörige der Oktavengattung zu erkennen sind. Wenn nun gar die Doppeloktave, wie es nach einigen dieser Beobachter der Fall sein soll, in Hinsicht ihrer Verschmelzung nicht bloſs nach der Oktave, sondern sogar nach der Duodezime kommt, so wüſste ich mir die Sicherheit im Erkennen dieses Intervalls nicht zu erklären.

Ferner möge sich jeder fragen, ob nicht ein Vierklang aus Oktaven, etwa $C — c — c^1 — c^2$, denselben Charakter des Unisono aufweist wie ein Zweiklang $c — c^1$. Wie ist dies nun möglich, wenn zwar je zwei benachbarte Glieder dieser Reihe untereinander volle Verschmelzung zeigen, die entfernteren aber immer mehr abnehmende? Man kann nicht etwa annehmen, daſs C und c^2 durch die dazwischenliegenden zwei Töne zu einer stärkeren Verschmelzung gebracht würden als wenn sie für sich allein erklingen, da nach dem vorhin erwähnten Gesetz die Verschmelzung zweier Töne durch einen dritten nicht beeinfluſst wird.

Entweder ist die behauptete Abnahme der Verschmelzung durch Erweiterung eines Intervalls um eine oder mehrere Oktaven so geringfügig, daſs sie gegen die Unterschiede der Verschmelzungsstufen innerhalb einer Oktave verschwindet —, dann wird man

sich schwerlich darüber einigen, ob und nach welcher Regel diese Abnahme bei den verschiedenen Intervallen eintritt, auch würde ich es in diesem Fall beinahe für einen Streit um des Kaisers Bart ansehen. Oder aber die Abnahme ist eine beträchtliche, und dann mufs ein konsonantes Intervall durch blofse Oktavenerweiterung zuletzt in ein dissonantes übergehen, was der Musiker nun und nimmer zugeben wird. Die Terz behält immer ihren eigentümlichen mittleren Verschmelzungsgrad, demzufolge sie uns eben als Terz erscheint, mag sie auch um zwei, drei, vier Oktaven erweitert werden. Nur wenn wir dabei in die höchsten, musikalisch nicht mehr gebrauchten Regionen kommen, hört mit den Verschmelzungsunterschieden auch die hierarchische Stellung jedes Intervalls in der Konsonanzreihe auf.

Auch dies darf wohl als eine Bestätigung angesehen werden, dafs die alten griechischen Musiktheoretiker, die ausdrücklich die Verschmelzung als mafsgebend betrachteten, die Intervalle über eine Oktave, soweit sie sie in ihre Klassifikation aufnahmen, mit den bezüglichen Intervallen innerhalb der Oktave zu Einer Gruppe rechneten. So gehört für PTOLEMÄUS die Doppel- und Tripeloktave mit der Oktave zusammen zur ersten Klasse, die er „homophon" nennt, die Duodezime u. s. w. mit der Quinte zusammen zur zweiten Klasse, die er „symphon" nennt; und er stellt ausdrücklich das Gesetz auf, dafs die Oktave, zu jedem beliebigen Intervall hinzugefügt, dessen Art nicht verändere, weil hier eben beide Töne wie Ein Ton wirkten. Man kann freilich aus der Geschichte Zeugnisse für alle möglichen Ansichten beibringen, aber da die griechischen Musikforscher in Bezug auf das Wesen der Konsonanz offenbar richtiger gesehen haben, als die meisten Neueren, die es in zusammenfallenden Obertönen oder in Annehmlichkeitsgefühlen suchen, so dürfen wir auch ihre Anschauung über die Stufenordnung der Konsonanzen wohl auf die Wagschale legen.[1]

---

[1] Manche der späteren Pythagoreer kamen allerdings, indem sie die sogenannte Einfachheit der Zahlenverhältnisse als mafsgebend benutzten, zu anderen Anordnungen, wie: Oktave, Duodezime, Doppeloktave, Quinte. Aber die Verschiedenheit der Anordnung, zu der sie kamen, ist ein Zeichen, dafs man eben nicht einseitig arithmetisch hier vorgehen kann.

Ich bleibe daher, obschon ich die Schwierigkeit dieser Frage nicht verkenne, in der ich selbst schon vor dem Erscheinen der Tonpsychologie alle nur möglichen Ansichten durchprobierte, auch jetzt bei der obigen Aufstellung. Jedenfalls ist sie zunächst diejenige, aus der sich die musikalischen Thatsachen am ungezwungensten begreifen lassen, und die musikalischen Thatsachen sind auch Bewuſstseinsthatsachen.

Woher kommt aber die besondere Schwierigkeit dieser Frage? Warum findet man sich so leicht verleitet, die Verschmelzung mit der Oktavenerweiterung abnehmen zu lassen?

Zunächst natürlich wegen der zunehmenden Distanz. Es spielt wieder die Neigung mit, überall wo die Töne leichter unterschieden werden können, sogleich auch eine geringere Verschmelzung zu statuieren. Aber die Distanz selbst bedingt eine gröſsere Leichtigkeit der Unterscheidung auch nicht für sich allein und in allen Fällen, sondern nur wenn zugleich das Intensitätsverhältnis der beiden Töne einen ganz bestimmten Wert besitzt. Die Töne der Doppeloktave sind je nachdem schwerer und leichter unterscheidbar als die der Oktave, man braucht nur den höheren Ton einmal etwas schwach, einmal etwas stark anzugeben. Wie stark muſs ich ihn nun angeben, wenn er die gleiche Empfindungsintensität haben soll, die der höhere Ton der Oktave hatte? Da liegt der Kern der Schwierigkeit! Es ist äuſserst schwer, zwei Töne in Hinsicht ihrer Intensität zu vergleichen, wenn sie in der Tonreihe nicht nahe beisammen liegen; und je weiter sie sich entfernen, um so schwieriger. Dazu kommt, daſs wahrscheinlicherweise das Intensitätsverhältnis, welches zwei Töne gegeneinander haben, wenn sie successive gehört werden, sich für die Empfindung verschiebt, wenn dieselben Töne mit derselben objektiven Stärke gleichzeitig angegeben werden, und daſs dieses wiederum je nach der Distanz und dem Intervall in verschiedenem Maſse der Fall ist.

Man kann nun allerdings versuchen, sich in seinem Urteil von dem Einfluſs der Intensitätsverschiedenheiten ebenso wie der Distanzverschiedenheiten freizumachen. Es ist doch nicht unbedingt erforderlich, daſs zwei Empfindungen, deren Verhältnis in irgendeiner Beziehung wir beurteilen sollen, in allen anderen Beziehungen einander gleich seien. Wir können von den störenden Ungleichheiten „abstrahieren". Wir thun dies bei hinreichender Übung ohne groſse Schwierigkeit, wenn es sich

z. B. darum handelt, bei zwei aufeinanderfolgenden Tönen, deren einer erheblich schwächer ist als der andere, das Intervall zu bestimmen, vorausgesetzt dafs sie in einem der gebräuchlichen musikalischen Verhältnisse stehen; oder auch, zu sagen, welcher der höhere ist, vorausgesetzt dafs der Höhenunterschied nicht zu gering ist. In unserm Falle ist die Schwierigkeit wohl deswegen gröfser, weil wir nicht gewohnt sind, die Verschmelzung für sich zu beobachten, sondern wenn überhaupt, in Verbindung mit andern Kriterien der Intervallschätzung. Ähnlich wie wir in der räumlichen Wahrnehmung bei hinreichender Übung relativ leicht die Entfernung schätzen, dagegen schwerer die einzelnen Momente für sich beurteilen, durch welche das Entfernungsurteil zu stande kommt, den Konvergenzgrad der Augenmuskeln, die Unterschiede der Helligkeit, der Flächengröfse (scheint uns doch ein näher kommendes Objekt seine Gröfse oft kaum zu verändern) u. s. w.

Auf diese Weise glaube ich denn auch durch direkte Beobachtung über die Unabhängigkeit der Verschmelzungsgrade von der Oktavenerweiterung vergewissert zu sein; aber ich begreife vollkommen, dafs in diesem Punkte Meinungsverschiedenheiten auftreten können.

Die vorstehenden Erwägungen mögen vielleicht dienlich sein, um sowohl auf indirektem Wege die aufgestellte Behauptung als eine nicht leicht zu umgehende zu erweisen als auch der direkten Beobachtung den Boden zu bereiten.

10. Wir sehen uns so zuletzt auf methodische Betrachtungen geführt, die ich nun noch etwas erweitern will. Ich verweile aber nicht bei einzelnen Zweifeln oder Ausstellungen in Hinsicht der neueren Versuche, z. B. dafs die Geige und zumal während man sie selbst spielt, kein geeignetes Instrument zu genauen Beobachtungen in unserer Angelegenheit ist; dafs man nicht gut zum Angeben eines Intervalls zwei verschiedene Zungenapparate benutzen kann, von denen der eine um zwei Schwingungen höher steht und mit denen auch nur schwer die genaue Gleichzeitigkeit der Töne erzielt werden kann; dafs man ein thatsächlich gefälltes Urteil nicht falsch verstehen oder aufzeichnen darf u. s. w. — Bedenken, welche Meinong und Witasek selbst nicht entgangen sind. Im wesentlichen dürften doch die Ergebnisse durch diese Mängel nicht alteriert worden sein. Ich will daher nur einige prinzipielle Punkte hervorheben.

Ist die Übereinstimmung der Ergebnisse bei Anwendung zweier verschiedener Methoden nicht gerade ein Beweis für die Brauchbarkeit dieser Methoden, so spricht sie doch sicherlich zu ihren Gunsten, wenn nicht von vornherein einleuchtende Fehlerquellen darin liegen, die jene Übereinstimmung als zufällig erscheinen lassen. Da ich solche Fehler nicht entdecken kann, so glaube ich aus den bisherigen Ergebnissen schliefsen zu dürfen, dafs für die Feststellung der gröfseren Verschmelzungsunterschiede sowohl die direkte Beobachtung von seiten Musikalischer als die Kollektivversuche an Unmusikalischen gute Methoden sind. Beide führen auch ungefähr gleich weit. Wo die Übereinstimmung aufhört, verliert sich auch beiderseits die Durchsichtigkeit der Ergebnisse überhaupt.

Dafs die direkte Beobachtung von vorn herein der einfachste und einwandfreieste Weg ist, versteht sich ohnedies von selbst. Die Angaben der alten Schriftsteller, welche die Konsonanz und ihre verschiedenen Grade durch die Verschmelzung definieren, ruhen natürlich auch schon auf dieser Basis, wenn sie auch meistens nicht im Zusammenhang psychologischer Studien und nicht mit dem Bewusstsein der eigentümlichen Stellung des Verschmelzungsverhältnisses in dem System der Begriffe, durch die wir die Empfindungsinhalte beschreiben, erfolgt sind.[1]

Aber auch die Methode der Massen- oder Kollektivversuche an Unmusikalischen, die Manche a priori äufserst be-

[1] Ich würde immerhin auch zufrieden sein, wenn jemand nicht durch meine Beobachtungen, sondern durch die der alten Griechen sich überzeugt erklärte. Aber für eine verkehrte Basis mufs ich es ansehen, wenn Külpe den besten thatsächlichen Beweis für die Verschmelzungsgrade „nicht sowohl in den eigenen Beobachtungen Stumpf's und seinen fragwürdigen Experimenten an Unmusikalischen, als vielmehr in der geläufigen Unterscheidung unvollkommener und vollkommener Konsonanzen und Dissonanzen in der Harmonielehre“ findet (*Zeitschr. f. Psych.* V, 366). Dafs man Konsonanzen verschiedenen Grades von jeher unterschieden hat, beweist hier garnichts. Es fragt sich eben, woran und wodurch man sie unterschieden hat, und darüber sind bekanntlich die Meinungen zu verschiedenen Zeiten sehr auseinandergegangen. Das was Külpe in Wirklichkeit von den Verschmelzungsthatsachen überzeugt hat, sind ohne Zweifel seine eigenen subjektiven Beobachtungen gewesen, und ich kann es ihm nicht verdenken, wenn er sich darauf mehr verläfst als auf die meinigen; aber wenn sie mit den meinigen übereinstimmen, ist doch auch kein Grund, diesen zu mifstrauen.

denklich gefunden haben, ist vollkommen brauchbar, solange sie sich auf gröbere Verschmelzungsunterschiede beschränkt. Ebenso wie ich selbst bei drei verschiedenen Gruppen von Personen jedesmal dieselben Resultate erhielt, so ist es nun auch bei FAIST geschehen. Es müssen dazu stark Unmusikalische benutzt werden, worüber man sich vorher durch die von mir angegebenen Kriterien vergewissern kann. Keineswegs ist es von vornherein widersinnig, Unmusikalische zu Studien über Töne heranzuziehen. Es kommt blofs darauf an, dafs sie überhaupt beobachtungsfähig sind und dafs man ihnen Fragen vorlegt, die ihren Fähigkeiten angemessen sind, nicht etwa z. B., ob ein Unterschied von 0,3 Schwingungen eben merklich sei, oder ob die Tondistanz *c—d* oder die *d—e* die gröfsere sei. Gerade für die prinzipiellen Fragen der Musiktheorie wird man auch künftig noch in andern entscheidenden Punkten zu Urteilsreihen an Unmusikalischen greifen müssen. Das Zusammenrechnen der Urteile der einzelnen Teilnehmer aber ist notwendig, um grofse Zahlen zu erhalten, da eine zu lange Fortsetzung der Versuche an Einzelnen ihre Unterscheidungsfähigkeit über die Grenze hinaus steigern würde, innerhalb deren eine genügende Anzahl falscher Fälle, die Folgerungen gestattet, sich ergiebt. Im einzelnen kann natürlich immer über die Zweckmäfsigkeit dieser oder jener Mafsregel gestritten werden. In mancher Beziehung scheint mir FAIST's Einrichtungsweise besser, in anderen die meinige, aber es lohnt sich angesichts der gleichen Ergebnisse nicht, darüber ausführlicher zu sein. Sind doch selbst die Prozentzahlen der falschen Fälle hier wie dort nicht sehr verschieden. Man kann nunmehr geradezu voraussagen, dafs bei stark Unmusikalischen für die Oktave etwa 75 % falscher Fälle, für die Quinte etwa 40—60 %, für die Quarte etwa 28—36 %, für die Terzen etwa 20—30 %, jedesmal aber diese Reihenfolge mit deutlichen Abständen resultieren wird.

Über die hinreichende Gleichartigkeit der Urteilssubjekte mufs man sich natürlich, abgesehen von der Voruntersuchung, aus den Urteilstabellen vergewissern, und ich habe seinerzeit bereits bemerkt, dafs in meinen Versuchen die gröfseren Unterschiede auch schon in den Tabellen der einzelnen Teilnehmer wahrzunehmen waren, obgleich hier wegen der viel geringeren absoluten Zahlen gelegentlich Ausnahmen vorkamen. Neuerdings ist das Prinzip der Kollektivversuche im Berliner psycho-

logischen Seminar auch für andere Fragen (Unterschiedsempfindlichkeit und Reinheitsurteile) angewandt worden, hierbei natürlich an gut musikalischen Individuen, und es wurde dann, um zugleich die Brauchbarkeit der Methode zu prüfen, an einem einzelnen Individuum eine viel gröfsere Anzahl von Versuchen mit derselben Fragestellung gemacht. Es zeigte sich, dafs die Ergebnisse auf dem einen und anderen Weg in den Hauptpunkten durchaus miteinander übereinstimmten.

Drei Grundbedingungen dürfen aber bei den Kollektivversuchen über Verschmelzung, von allen übrigen Kautelen abgesehen, meines Erachtens niemals übersehen werden, wenn aus den erhaltenen Anzahlen falscher Urteile Schlüsse auf die Verschmelzung gezogen werden sollen. Wir haben bereits im einzelnen die Kritik verschiedener Aufstellungen darauf gegründet, wollen aber noch einmal zusammenfassend darauf hinweisen:

1. Die Unterschiede der Zahlen müssen bedeutend sein und, wenn nicht ausnahmslos, doch sehr konstant auftreten.

2. Wenn ein Intervall erheblich mehr falsche Urteile aufweist als ein anderes, so kann ein gültiger Schlufs auf gröfsere Verschmelzung gleichwohl nicht gezogen werden, wenn das erste zugleich eine erheblich kleinere Tondistanz darstellt; denn in diesem Falle könnte der Grund eben hierin liegen. Im umgekehrten Falle wird dagegen der Schlufs auf gröfsere Verschmelzung um so kräftiger sein. Er ist daher gerechtfertigt bei der Oktave gegenüber der Quinte, bei der Quinte gegenüber der Quarte, bei der Quarte gegenüber der Terz; er ist aber nicht gerechtfertigt bei der Quinte gegenüber der Duodezime, bei der Oktave und der Duodezime gegenüber der Doppeloktave, bei den Terzen gegenüber den Sexten, bei der grofsen Sekunde gegenüber der grofsen Septime, selbst wenn in den beiden letzteren Fällen bedeutendere und konstantere Unterschiede auftreten als es bisher der Fall gewesen ist. Man kann in solchen Fällen den Schlufs zugeben, kann ihn aber auch nicht zugeben.

3. Die sämtlichen Töne der in einer Versuchsreihe benutzten Intervalle müssen untereinander annähernd gleiche Stärke besitzen. Schon die absolute Stärke kann einen Unterschied machen, noch mehr natürlich das Stärkeverhältnis zweier Töne innerhalb eines Intervalls. An sich wäre eine Versuchsreihe denkbar, in welcher z. B. der höhere Ton jedes Intervalls

schwächer wäre als der tiefere, aber überall im gleichen Verhältnis. Da wir aber kein Mittel besitzen, hierüber auch nur annähernd genau zu entscheiden, so bleibt nur übrig, dafs die Töne gleichstark genommen werden, worüber wir zwar auch nicht genau, aber doch bei nicht zu weit auseinanderliegenden Tönen hinreichend gut urteilen können. Bei der Konstruktion von Musikinstrumenten wird ja von vornherein darauf gesehen, dafs die Töne auch im Zusammenklang bei gleich starkem Anschlag möglichst gleich stark klingen (bei der Orgel innerhalb eines Registers). Aber das Gehör hat hierüber nur bei Tönen, die nicht zu weit, etwa nicht weiter als eine Oktave, auseinander liegen, ein ziemlich sicheres Urteil; und gerade die Gehörsintensität ist es natürlich, auf die es hierbei ankommt, nicht die physikalische.

Wir sahen im Vorangehenden, dafs manche Folgerungen aus den neueren Versuchen auf Grund dieser Postulate wankend werden.

Die zweite und dritte Forderung ist auch bei der direkten Beobachtung von Wichtigkeit. Wir sind hier zwar weniger unbedingt daran gebunden, weil die Möglichkeit besteht, bei grofser Übung sich von den genannten Einflüssen frei zu machen. Aber nützlich und sicherer wird es immer sein, ihnen so weit als möglich in der Einrichtung der Versuche Rechnung zu tragen. Man wird sonst gelegentlich Gegenurteile bekommen, wie sie Meinong in seiner Tabelle ehrlich gebucht hat: aber hier bei der direkten Beobachtung kann man doch eigentlich nicht mit Aufzählung der Urteile pro und contra vorgehen, sondern mufs eben die Erscheinung so lange studieren, bis man zu einer Überzeugung gekommen ist, und wenn dies nicht gelingt, so ist alles umsonst und läfst sich nur eben sagen: non liquet. Nicht aber kann man aus der gröfseren Zahl der Urteile von der einen Art (z. B dafs die Quintenverschmelzung der Duodezimenverschmelzung überlegen sei) eine gröfsere Wahrscheinlichkeit dieser Urteile gegenüber den entgegengesetzten Urteilen ableiten. Ich war, wie gesagt, ebenfalls über einzelne Punkte der Verschmelzungsthatsachen zeitweise anderer Meinung als ich jetzt bin, aber ich würde es nicht gelten lassen, wenn ein Protokollant meine früheren Urteile über das Verhältnis zweier Intervalle (Urteile, die sich, wenn überhaupt in bestimmter Anzahl ausdrückbar, gewifs auf viele Hunderte belaufen würden) Stück für Stück aufgeschrieben

hätte und sie mir nun vorhielte, um sie mit der Anzahl der gegenwärtigen zu vergleichen. Und natürlich könnte ich, wenn es gälte, auch die jetzigen auf beliebig viele Hunderte steigern. Bei direkten Beobachtungen (sofern sie nicht etwa, wie Gröfsenmessungen, eine Anzahl von Werten ergeben, die innerhalb bestimmter Grenzen schwanken, sondern sich nur auf ja oder nein, gröfser oder kleiner, höher oder tiefer u. s. w. beziehen), kommt es nicht auf die Anzahl, sondern auf die Evidenz an, und diese ist bedingt durch den Grad der Übung und der Unabhängigkeit gegenüber störenden Nebeneinflüssen, die sich der Beobachter erworben hat. Ein einziges Urteil, bei dem man sich deutlich bewufst ist, von allen möglichen Nebeneinflüssen frei und nur durch die zu beurteilenden Eigenschaften selbst bestimmt gewesen zu sein, wiegt wenigstens für den Urteilenden selbst alle entgegenstehenden Urteile auf, bei denen er hierüber nicht sicher ist, und mögen ihrer noch so viele sein. Welches Gewicht Andere ihm zuschreiben wollen, hängt von ihrem Zutrauen zu dem Urteilenden ab, und da ist das Vorkommen von Gegenurteilen bei diesem nur eben ein Zeichen, dafs er es gegenüber der fraglichen Erscheinung noch nicht zu der erforderlichen Verfassung gebracht hat; was ich inanbetracht der oben charakterisierten Schwierigkeiten in den meisten MEINONG'schen Fällen vollkommen begreiflich finde.

Nach allem dem halte ich es für ausgeschlossen, dafs wir mit den erwähnten zwei Methoden in der Feststellung der Verschmelzungsunterschiede erheblich weiter kommen als es in den oben (1.—5.) diskutierten Ergebnissen der Fall ist. Die feineren Verschmelzungsunterschiede, die innerhalb der Terzengruppe und der auf sie folgenden Gruppen bestehen mögen, werden so kaum zu ermitteln sein, es sei denn, dafs im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende das Gehör und zugleich die Beobachtungsfähigkeit in dieser Richtung sich noch mächtig entwickeln. HELMHOLTZ sagt einmal: man mufs Brennholz nicht mit einem Rasiermesser schneiden wollen. Ebenso mufs man sich aber auch nicht mit einem Beil rasieren oder mikroskopische Schnitte machen wollen.

Glücklicherweise hat es aber auch, soviel ich wenigstens sehe, mit dem Aufsuchen minutiöser Verschmelzungsunterschiede keine Eile. Denn vorläufig haben die Verschmelzungsstufen, abgesehen von dem begrifflichen Interesse der Sache, eine ersichtlich hervorragende

Bedeutung nur für die Musiktheorie, und für diese wäre es zwar noch interessant, ob die grofse und die kleine Terz oder Sexte oder Septime sich darin unterscheiden, noch feinere Unterschiede dürften aber kaum zu irgendwelchen Folgerungen oder Erklärungen in der Musikpsychologie nützen. Die Unterschiede unter den Akkorden in Hinsicht ihres Wohlklangs oder ihrer Wohlgefälligkeit ruhen auf so vielen anderen starken Motiven, namentlich solchen, die aus dem ganzen Zusammenhang und der historischen Entwickelung des Musiksystems hervorwachsen, dafs jene allenfallsigen feinsten Verschmelzungsunterschiede dagegen verschwinden.

Zur Theorie der Differenztöne und der Gehörsempfindungen überhaupt.

Von

Max Meyer.

In meiner Abhandlung „Ueber Kombinationstöne", *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. XI, habe ich die wichtigsten bis dahin bekannten Thatsachen über Differenztöne angeführt und die Möglichkeit einer Theorie dieser Thatsachen zu zeigen versucht. Da mir schon damals die Resonanzhypothese unzureichend erschien, so stellte ich mir die Aufgabe, darzulegen, wie aus einer mechanisch möglichen andersartigen Zerlegung der auf das Gehörsorgan einwirkenden Klangwelle die wirklichen Erscheinungen erklärt werden können. Nur als eine Ergänzung zu meiner Theorie der Wellenzerlegung nahm ich dann auch noch Resonanzwirkung, doch in unvollkommenem Grade, an. Ich bin jetzt bei Fortführung dieser Untersuchungen dahin gelangt, die Resonanzhypothese gänzlich verwerfen zu müssen, da die Widersprüche, auf die man durch sie geführt wird, sich immer mehr häufen. Andererseits ist es mir gelungen, meinen theoretischen Prinzipien eine, wie mir scheint, sichere anatomische Grundlage zu geben und zugleich eine neue geometrische Darstellung zu finden, die den Vorzug hat, nicht nur — in ihren einzelnen Theilen wenigstens — ein Abbild der Klangwelle zu sein, sondern uns auch eine übersichtliche Anschauung zu gewähren von dem zeitlichen und örtlichen Verlaufe einer gewissen durch die Gehörknöchelchen auf das Gehörorgan übertragenen Bewegung.

Damit wir das Thatsachenmaterial nach Möglichkeit beisammen haben, will ich zunächst die Ergebnisse meiner früheren Abhandlung in kurzer Zusammenfassung wiedergeben und dann neue Beobachtungen anschliessen.

Die Differenztöne sind subjektiven Ursprungs[1], d. h. sie entstehen durch die eigenthümliche Funktion unseres Gehörorgans. Eine allgemein geltende Formel, aus der man für jeden Einzelfall ableiten könnte, welche Differenztöne entstehen müssen, giebt es nicht. Doch haben sich nach meinen Beobachtungen die folgenden Regeln als richtig erwiesen.

Bei Halbton- oder noch kleineren Intervallen entsteht einzig und allein der direkt der Differenz der Primärtöne entsprechende Differenzton, z. B. (in Verhältnisszahlen ausgedrückt) beim Intervall 19 : 20 der Ton 1.

Bei grösseren Intervallen bis zur Oktave hin, von denen die Voraussetzung erfüllt wird, dass ihre Verhältnisszahlen sich um eine Einheit unterscheiden, entstehen ausser 1, der am stärksten auftritt, noch einige derjenigen Töne, die den in der absteigenden Zahlenreihe auf die Primärtöne zunächst folgenden Zahlen entsprechen, z. B. beim Intervall 8 : 9 ausser 1 noch 7, 6 und 5, bei 6 : 7 ausser 1 die Töne 5 und 4; unterscheiden sich die Primärtöne um mehr als eine Einheit, so entstehen die Differenztöne $h-t$, $2t-h$ und $2h-3t$, wobei h die Schwingungszahl des höheren, t die des tieferen Tones darstellt. Der stärkste von diesen drei Tönen ist bei Intervallen, die kleiner sind als die Quinte, der Ton $h-t$, bei den Intervallen zwischen Quinte und Oktave der Ton $2t-h$; z. B. ist beim Intervall der kleinen Sexte — 5 : 8 — der stärkste Differenzton 2, die beiden andern sind 3 und 1. Für ein starkes Auftreten des Differenztones $2t-h$ ist in jedem Falle günstig ein Ueberwiegen der Stärke des tieferen Primärtones über die des höheren.

Bei Intervallen, die über die Oktave hinausgehen, entsteht derjenige Ton, dessen Verhältnisszahl gleich der kleinsten Differenz ist, die man erhält, wenn man h vom Doppelten oder Dreifachen von t (bezw. dieses von h) abzieht. So hört man beim Intervall 4 : 9 den Differenzton 1, da $9-2\cdot4=1$, bei 4 : 11 ebenfalls 1, da $3\cdot4-11=1$ ist.

[1] In gewissen Fällen vorkommende objektive Kombinationstöne interessiren uns hier nicht.

Diese Regeln beziehen sich zunächst nur auf einen Zusammenklang von zwei Tönen. Bei drei und mehr gleichzeitigen Primärtönen pflegen alle diejenigen Differenztöne hörbar zu werden, die man beim Zusammenklange von je zweien der Primärtöne beobachtet. Ausserdem treten dann gewöhnlich noch neue Differenztöne auf, die der Differenz der Verhältnisszahlen je zweier ursprünglichen, d. h. schon im Zweiklange zu Gehör kommenden (Primär- und Differenz-) Töne entsprechen. Doch darf man sich, wenn man vor Täuschungen bewahrt bleiben will, nie auf eine Regel verlassen, sondern muss durch Beobachtung feststellen, welche Differenztöne bei jedem einzelnen in Frage kommenden Mehrklange sich bemerkbar machen.

Sind die bezüglichen Differenzen klein, so hört man stets neben den Differenztönen (bei ganz kleinen Differenzen an ihrer Statt) die entsprechende Anzahl Schwebungen.

Neue Beobachtungen.
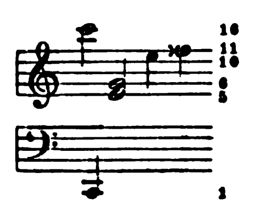
I. Ganz und gar zu verwerfen ist das Verfahren, einfach die Differenzen aller Paare von Schwingungszahlen zu bilden, die den in einem Mehrklange enthaltenen Tönen zukommen, und dann zu behaupten, alle diesen Differenzen entsprechenden Töne gelangten wirklich zur Empfindung. Dass dies auf ganz falsche Bahnen leitet, werde ich an zwei Helmholtz' „Tonempfindungen" entnommenen Beispielen zeigen. Als Helmholtz seine „Lehre von den Tonempfindungen" schrieb, war das über Differenztöne vorhandene Thatsachenmaterial noch viel dürftiger als heutzutage. Nur so ist es erklärlich, dass er durch den Umstand, dass in gewissen, wenn auch seltenen Fällen objektive, durch physikalische Mittel nachweisbare Kombinationstöne [1] vorkommen, zu der Ansicht gebracht wurde, die allgemein in der mehrstimmigen Musik zu beobachtenden Differenztöne seien ebenfalls objektiven, physikalischen Ursprungs und durch eine

---

[1] Die objektiven Kombinationstöne sind theils höher, theils tiefer als die Primärtöne, während die subjektiven Differenztöne, wie schon ihr Name zum Ausdrucke bringt, stets tiefer sind.

mechanische Theorie ableitbar. Wäre nun selbst diese Voraussetzung richtig, so würde HELMHOLTZ' mathematische Deduktion doch noch an dem Mangel leiden, dass sie von ihm nur für den Zusammenklang von zwei Tönen wirklich durchgeführt ist; was in dem Falle eines Zusammenklanges von vier bis fünf Tönen geschehen muss, wie er — ganz abgesehen von den Obertönen — in der Musik häufig genug ist, wäre daraus nicht ohne weiteres zu ersehen.

Unter den Dur-Dreiklängen in verschiedenen Lagen finden wir bei HELMHOLTZ folgendes Beispiel:



Die Halbnoten bezeichnen die Primärtöne, deren Verhältnisszahlen 5, 6, 16, die Viertelnoten die Differenztöne, deren Verhältnisszahlen $6-5=1$, $16-6=10$ und $16-5=11$ sind. Ich habe nun diesen Klang untersucht und festgestellt, dass zwar 1 sehr stark, von sonstigen Differenztönen aber, also auch von 10 und 11 keine Spur zu hören ist.[1] Dem Moll-Dreiklange in der einfachsten Lage, dessen Zahlenverhältniss 10 : 12 : 15 ist, weist HELMHOLTZ die Differenztöne $12-10=2$, $15-12=3$, $15-10=5$ zu. Eine sorgfältige Analyse, der ich diesen Dreiklang unterwarf, ergab Folgendes: Am stärksten von allen Differenztönen macht sich die Tonsumme $1+2$ geltend. Ich spreche hier von der Summe beider Töne, weil es wegen ihrer starken Verschmelzung äusserst schwer ist, über die Intensität eines einzelnen von beiden zu einem bestimmten Urtheile zu kommen. Recht stark ist ferner der Ton 7. Etwas schwächer treten die Töne 3, 5, 6 und 8 auf. Sehr schwach hörbar ist der Ton 9. Wir hören also bei diesem Moll-Dreiklange gleichzeitig die den Zahlen 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, (9), 10, 12, 15 entsprechenden Töne. Dass die Methode, die Differenztöne durch alle möglichen Subtraktionen

[1] Diese und die folgenden Beobachtungen beziehen sich stets, wenn nicht ausdrücklich anderes angegeben ist, auf Töne von Stimmgabeln auf Resonanzkästen.

zu bestimmen, völlig unbrauchbar ist, geht aus diesen Beispielen klar hervor; sie liefert bald zu viel, bald zu wenig, nur selten die richtigen Differenztöne.

II. Beim Intervall 5 : 8 ist, wie ich erwähnte, der Ton 2 im Allgemeinen der stärkste der drei Differenztöne. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn das Intervall ziemlich rein gestimmt ist. An Tönen der zweigestrichenen Oktave habe ich beobachtet, dass die Differenztöne 1 und 2 um so schwächer werden, je mehr das Intervall verstimmt wird. Bei einer Verstimmung des höheren Primärtones um etwa 8 Schwingungen ist der Ton $2t - h$ nur noch mit Mühe, $h - t$ dagegen sehr deutlich hörbar. Man sieht daran, wie wichtig es ist, sich bei Differenztonbeobachtungen stets zu versichern, dass das zu untersuchende Intervall auch ganz rein gestimmt ist, da man sich sonst leicht zu falschen Schlussfolgerungen verleiten lässt.

III. Eine nicht ganz unwichtige Beobachtung habe ich noch beim Intervall der kleinen Sexte gemacht, dass man nämlich unter Umständen wohl einen Differenzton, den ihn erzeugenden Primärton aber nicht hören kann. Bekanntlich tritt bei Intervallen zwischen Quinte und Oktave der zweite Differenzton ($2t - h$) stärker hervor als der erste; ja vielfach ist er überhaupt allein zu hören. Bei Tönen der kleinen und eingestrichenen Oktave, wie ich sie zu meinen Beobachtungen am liebsten verwende, höre ich nun beim Intervall 5 : 8 den Ton 3 nur dann einigermaassen deutlich, wenn 8 recht stark tönt; dagegen die Töne 1 und 2 (ich nehme hier beide immer zusammen, da ich nicht im Stande bin in jedem einzelnen Falle zu sagen, wie viel von dem tiefen Differenztone auf 1, wieviel auf 2 kommt, wenn er auch manchmal mehr, manchmal weniger brummend ist) höre ich stets deutlich, besonders stark freilich, wenn die Gabel 5 stark ertönt. Bei Gabeln der zwei- und dreigestrichenen Oktave dagegen höre ich auch den Differenzton 3 leicht und deutlich. Ich glaube, dass dieses Verhalten seinen Grund in verschiedener Stärke irgend welcher Theiltöne bei den verschieden hohen Gabeln hat, kann freilich bestimmte Vermuthungen in dieser Hinsicht nicht aussprechen. Dass die absolute Tonhöhe hier irgend einen Einfluss haben könnte, halte ich für sehr unwahrscheinlich, zumal da bei noch höheren durch [illegible] Pfeifchen hervorgebrachten Tönen sobald man die Quinte [illegible]

schritten hat, wiederum nur der zweite Differenzton deutlich zu hören, vom ersten kaum eine Spur zu entdecken ist. Ich habe nun bereits früher nachgewiesen, dass der tiefe Differenzton (1 plus 2) beim Intervall 5:8 auch dann bestehen bleibt, wenn der Oberton 10 durch Interferenz beseitigt ist. Jetzt habe ich noch folgenden Versuch angestellt. Durch Flaschen wurde ein starker Ton 5 und ein schwacher Ton 8 hervorgebracht. Sie wurden vermittelst einer durch das anstossende Zimmer hindurchführenden fast 8 Meter langen Röhre aus einem dritten Zimmer (wie immer bei derartigen Versuchen) beobachtet. Bei dem Tone 5 konnte durch Verwerthung der Resonanz der Röhrenleitung erreicht werden, dass trotz seiner Stärke am Ende der Leitung (er liess freilich auch sonst nur eine schwache Oktave und Duodezime hören) kein Oberton herausgehört werden konnte. Der Ton 8 wurde so schwach gemacht, dass er im Zusammenklange mit 5 nicht herauszuhören war. Trotzdem bewirkte das thatsächliche Hinzutreten des höheren Tons zu 5 eine äusserst auffallende Veränderung des Klanges. Es trat nämlich sofort der tiefe Differenzton (1 plus 2) auf, und das Ganze nahm einen sehr tiefen, brummenden Charakter an. Man hört also hier einen Differenzton, obwohl man den ihn erzeugenden Ton gar nicht hört. Von dem Differenztone 3 ist in diesem Falle, wie ich noch bemerken möchte, ebensowenig etwas zu hören wie von dem Primärtone 8.

IV. Auf noch eine bemerkenswerthe Erscheinung möchte ich aufmerksam machen. Wenn man beim Intervall 4:5 die Primär- und Differenztöne aufmerksam beobachtet, so hört man (und zwar habe ich dies bei Stimmgabel- wie bei Zungentönen in gleicher Weise bemerkt), dass der Primärton 4 und der Differenzton 3 immer abwechselnd hervortreten. Zuerst glaubte ich, da mir dies an einem nicht völlig rein gestimmten Intervalle auffiel, dass es sich hier um Schwebungen handle. Aber bei reinen Intervallen tritt dieselbe Erscheinung ein, und ausserdem haben wir hierbei keinen Rhythmus, sondern der Wechsel der Empfindung tritt unregelmässig ein, gewöhnlich nach etwa einer halben Sekunde, oft auch nach $1\frac{1}{2}$ Sekunden. Man hört stets gleichzeitig beide Töne, 3 auch 4, aber abwechselnd ist immer der eine, dann der andere stärker. Der Eindruck ist ein ähnlicher, als wenn man Kirchenglocken läuten hört. Ich

habe versucht durch Konzentration der Aufmerksamkeit auf einen der beiden in Frage kommenden Töne den Umschlag der Empfindung zu verhindern. Es ist mir nicht gelungen. Der Wechsel trat ein, ob ich wollte oder nicht. Uebrigens ist diese Erscheinung keineswegs auf das Intervall 4 : 5 beschränkt. Beim Intervall 5 : 6 sind es die Töne 3 und 4, die einander gewissermaassen immer ablösen; beim Intervall 6 : 7 die Töne 4 und 5. Ich glaube kaum, dass man diese Thatsache anders erklären kann als durch die Annahme, dass hier dem die wechselnden Töne erzeugenden Reize eine gewisse Zweideutigkeit zukommt, so dass eben so leicht die eine, wie die andere Empfindung entstehen kann, in Folge unbekannter Vorgänge aber in den nervösen Organen (in centraleren Theilen wahrscheinlich) bald die eine, bald die andere Empfindung eintritt. Worin eine derartige Zweideutigkeit des Reizes bestehen kann, werde ich später zeigen.

V. Es fiel mir auf, dass ich bei Stimmgabeltönen bei der verstimmten Quinte den Differenzton stets sehr deutlich schweben hörte, bei den Intervallen 3 : 4 und 4 : 5 schon weniger deutlich; bei 5 : 6 und 6 : 7 mussten die Gabeln sehr stark zum Tönen gebracht werden, um Schwebungen des Differenztons 1 hören zu lassen. Bei noch grösseren Verhältnisszahlen konnte ich deutliche Schwebungen des Differenztons 1 überhaupt nicht mehr hören. Ich schloss hieraus, dass Obertöne der Primärtöne bei der Erzeugung der Differenztonschwebungen eine Rolle spielen müssten.

Für diese Vermuthung fanden sich nun leicht Bestätigungen. Bei Flaschentönen, die ich zu anderweitigen Untersuchungen brauchte und so obertonfrei als möglich hergestellt hatte, musste ich — damals zu meinem Aerger — bemerken, dass es mir nicht gelingen wollte, die Intervalle wie gewöhnlich dadurch rein zu stimmen, dass ich die Differenztonschwebungen zum Verschwinden brachte. Ich konnte diese Schwebungen bei keinem Intervall mit alleiniger Ausnahme der Quinte deutlich genug hören. Die entgegengesetzte Erscheinung tritt bei den obertonreichen Zungentönen ein. Hier kann man beim Intervall 8 : 9 die Schwebungen des Differenztons 1, wenn das Intervall um ein geringes verstimmt ist, mit vollkommener Deutlichkeit hören.

Jetzt kam es nur noch darauf an, festzustellen, welche Obertöne die Schwebungen des Differenztons verursachen. Zuerst dachte ich an die ersten zusammenfallenden Obertöne, die man bei Zungentönen sehr lebhaft schweben hört. Beim Intervall 4 : 5 wäre dieser erste zusammenfallende Oberton $4 \cdot 5 = 20$. Ich entfernte nun bei zwei Zungentönen 400 und 500 (mit geringer Verstimmung) den Ton 2000 durch Interferenz, konnte aber dadurch die Schwebungen des tiefen Differenztons 100 nicht beseitigen. Wohl aber zeigte sich, dass die Differenztonschwebungen gänzlich verschwanden, wenn der Interferenzapparat so eingestellt war, dass die zwischen 1500 und 1600 liegenden Töne verschwanden. Der Differenzton 100 war dann vollständig glatt und klar und recht laut zu hören; daneben hörte man den Ton 2000 sehr deutlich schweben. Man kann sich übrigens grade an diesem Falle leicht davon überzeugen, dass höhere Schwebungen (entgegen Hermann's Ansicht) nicht im Geringsten den Schein erwecken, dass ein tieferer, gleichzeitig vorhandener und thatsächlich glatter Ton in dem Rhythmus des höheren Tones schwebe. Ich glaube hieraus schliessen zu dürfen, dass beim Intervall 4 : 5 die Differenztonschwebungen bedingt sind durch das Vorhandensein der Obertöne $4 \cdot 4 = 16$ und $3 \cdot 5 = 15$.

Man kann sich dies auch wohl folgendermaassen klar machen. 400 und 501 geben als Differenz 101, 1600 und 1503 geben als Differenz 97, und die beiden Differenztöne 101 und 97 müssen nun viermal schweben. Solche Betrachtungen sind durchaus nützlich, wenn man nur einen Anhalt gewinnen will, was für Erscheinungen beim Zusammenklange zweier Töne möglicher Weise eintreten könnten; als eine wissenschaftliche Erklärung von Schwebungen und Differenztönen können aber derartige Multiplikationen und Subtraktionen in keinem Falle gelten, da hierdurch nicht nur über die physiologischen Vorgänge nicht das Geringste ausgesagt wird, sondern auch vor Allem diesem Erklärungsprinzip die Allgemeingiltigkeit fehlt.

Ich habe nun versucht, auch bei anderen Intervallen, deren Verhältnisszahlen sich nur um eine Einheit unterscheiden, experimentell festzustellen, welche Obertöne vorhanden sein müssen, damit Schwebungen des Differenztones entstehen können. Doch ist es mir bisher nicht gelungen, zu sicheren Ergebnissen zu gelangen. Indessen glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich

annehme, dass die Differenztonschwebungen allemal bedingt sind durch die Obertöne t^2 und h $(h-2)$, bei der Quarte also durch die Obertöne $3^2 = 9$ und $4 \cdot 2 = 8$, bei der Quinte allein durch $2^2 = 4$, da $3 \cdot 1$ der Grundton selbst ist. Bei der Oktave würden die beiden Formeln gar keinen neuen Ton ergeben. Hier sind nun auch, wie wir gleich sehen werden, die Schwebungen von etwas andern Umständen abhängig.

VI. Es ist wohl von R. König zuerst erwähnt worden, dass beim Zusammenklange zweier Töne, wenn die Schwingungszahl des einen ein etwas verstimmtes Vielfaches der Schwingungszahl des andern ist, Schwebungen gehört werden, und zwar solche des höheren und des tieferen Tones. Dass die höheren Schwebungen fortfallen, wenn der betreffende Oberton des tieferen Tones durch Interferenz beseitigt wird, hat Stumpf[1] nachgewiesen. In Bezug auf die tiefen Schwebungen jedoch findet sich, wie ich mich nachträglich überzeugte, in seiner Abhandlung eine zu weitgehende Angabe, dass man nämlich Schwebungen des tieferen Tones immer vernehmen werde. Diese Angabe beruht in ihrer Allgemeinheit nur auf einer theoretischen Erwägung. („Die tiefen Schwebungen rühren von der Bildung eines Differenztones her, der dem tieferen Primärton nahe liegt und mit diesem schwebt.") Ich habe neuerdings bei einem Flaschentone von sehr mildem, aber hinreichend starkem Klange den zweiten Theilton durch Interferenz beseitigt. Dann waren, obwohl der tiefe Ton sehr gut hörbar war, bei keinem Intensitätsverhältniss und bei keiner Verstimmung (von 1 bis mehr als 10 Schwingungen) der höheren Oktave Schwebungen hören, weder zu solche des tieferen noch solche des höheren Tons. Sobald jedoch der Oberton etwas zugelassen wurde, traten sie beide gleichzeitig auf. Niemals habe ich die eine Art Schwebungen ohne die andere hören können. Stets waren beiderlei Schwebungen da oder gar keine.[2] Daran ist übrigens auch jetzt durchaus

---

[1] *Wiedemann's Ann.* Bd. 57, S. 660 ff. 1896.

[2] Auch Professor Stumpf hat sich von diesem Sachverhalte überzeugt. Die Angabe in der erwähnten Abhandlung S. 671, dass bei 300 und etwas verstimmtem 600 nur die tiefen Schwebungen vernommen wurden, ist darauf zurückzuführen, dass, wenn der Oberton sehr schwach vorhanden ist, die tiefen Schwebungen bedeutend auffälliger sind, so dass man oft nur im letzten Moment, wenn der höhere Gabelton im Verschwinden ist, die

festzuhalten, dass die tiefen Schwebungen nicht etwa scheinbar sind, wie HERMANN[1] meint, sondern in gleicher Weise empfunden werden wie die hohen, wenn sie auch in der Regel nicht so ausgeprägt sind wie die hohen.

VII. Es ist oft behauptet worden, dass die Differenztöne bei reinen durch kleine Zahlen darstellbaren Intervallen stärker seien als bei verstimmten. In dieser allgemeinen Formulierung scheint mir diese Behauptung jedoch nicht richtig zu sein. Ich habe erst kürzlich folgenden Versuch mit zwei GALTON-pfeifchen gemacht. Die eine Pfeife gab den konstanten Ton 4800, die andere wurde ganz langsam kontinuirlich verändert von 4900 bis 7200. Dabei überzeugte ich mich, dass sie bei jeder Stimmung innerhalb dieses Bereiches einen gleich starken Ton gab. Ich habe nun den Differenzton von 100 bis 2400 verfolgt, hin und zurück, mehreremal, konnte aber an keinem Punkte feststellen, daſs er auch nur die geringste Stärkeschwankung machte, obwohl die Primärtöne hier alle möglichen reinen und verstimmten Intervalle durchlaufen.

Wahrscheinlich wird der Eindruck der grösseren Stärke des Differenztons bei reinen Intervallen durch den ruhigen Abfluss des Tons hervorgerufen. Dies steht allerdings scheinbar zu einer allgemeinen psychologischen Erfahrung im Gegensatz. Intermittirende Empfindungen werden ja leichter wahrgenommen als gleich bleibende. Doch handelt es sich hierbei im Allgemeinen nur um leichtere Erregung der Aufmerksamkeit. Mit flackerndem Lichte darf man intermittirende Töne nicht vergleichen, weil beim Gehör eine Ermüdung und Erholung des Sinnesorgans kaum vorliegt. Ich habe noch nie gleich stark bleibende Töne stärker gehört, wenn ich dem Ohre eine kurze Erholungspause gönnte. Was ich konstatiren kann, ist höchstens, dass es schwer wird, die Aufmerksamkeit auf einen Ton zu koncentriren, wenn man ihn 10 Minuten oder noch länger immer in unveränderter Stärke zu

---

hohen Schwebungen vernehmen kann, wie wir dies auch jetzt konstatirten. Es muss daher bei jenem Versuche der erste Oberton nicht vollständig genug ausgeschlossen gewesen sein. Die Thesis der Abhandlung, dass, wo immer hohe Schwebungen vorhanden, auch die entsprechenden Obertöne vorhanden sind, wird natürlich hierdurch nicht alterirt, sondern nur wieder bestätigt.

[1] *Wiedemann's Ann.* Bd. 58, 1896.

hören bekommt. Man überhört ihn schliesslich, während man ihm nach kurzer Unterbrechung wieder leichter die Aufmerksamkeit zuzuwenden vermag. Es kann wohl nicht davon die Rede sein, dass ein intermittirender Ton im Ganzen — abgesehen natürlich von kleinen Zeittheilen — stärker ist als ein ruhender. Ich glaube nun, dass, wenn man den tiefen Differenzton in gleichmässig anhaltender Stärke hört, dies einen vollen, befriedigenden Eindruck macht, während der schwebende Differenzton, namentlich der schneller schwebende das Gefühl des Unbefriedigtseins erweckt, als fehle in der Empfindung etwas, das wir von ihr erwarten. Hierdurch dürfte der Schein erweckt werden, als sei der Differenzton bei verstimmten Intervallen schwächer. Auch dass die Verschmelzung mehrerer konsonanter Differenz- und Primärtöne dabei eine Rolle spielt, ist wohl nicht ausgeschlossen. Ich erwähnte bereits, dass ich beim Intervall 5 : 8 die Differenztöne 1 und 2 nicht so zu trennen vermag, dass ich über die Intensität jedes einzelnen ein Urtheil fällen könnte. In solchem Falle scheint es mir nun ganz natürlich, dass die Summe einen stärkeren oder sozusagen grösseren Eindruck macht als ein einzelner Ton. Bei Verstimmung des Intervalls müssten die Töne leichter getrennt werden, da sie dann keine Oktave mehr bilden.

Besonders vorsichtig muss man mit Schlussfolgerungen sein, wenn man mit obertonreichen Tönen operirt, denn bei solchen pflegt jeder Differenzton durch das Zusammenwirken mehrerer Paare von einfachen Tönen zu Stande zu kommen. Bei minimaler Verstimmung der Primärtöne entstehen dann Schwebungen, bei Verstimmung um mehrere Schwingungen aber werden aus dem Einen Differenzton mehrere, von denen nun jeder einzelne nicht so stark sein kann als der ursprüngliche Eine.

VIII. Bei kleinen (etwa Halbton-) Intervallen hört man ziemlich leicht einen Zwischenton als Träger der Schwebungen, welche Thatsache von Stumpf zuerst festgestellt worden ist. Nun behauptet Ebbinghaus in seiner kürzlich erschienenen „Psychologie" (S. 317): „— bei grösseren Entfernungen — verschwindet der Zwischenton vollkommen, die Schwebungen aber, die doch an ihm haften sollen, verschwinden nicht auch, sondern bleiben hörbar noch bei beträchtlich grösseren Intervallen, und zwar

haften sie deutlich an den beiden Primärtönen."[1] Ich kann mich dieser Meinung nicht anschliessen.

Bei kleinen Intervallen, z. B. den Tönen 240 und 250, höre ich überhaupt nur einen schwebenden Zwischenton, nicht zwei Töne. Die Höhe des Zwischentons hängt nach meinen Beobachtungen ab von dem Stärkeverhältniss der Primärtöne; der Zwischenton liegt nur dann, wenn die Primärtöne gleich stark sind, etwa in der Mitte zwischen beiden, bei ungleichen Primärtönen näher an dem stärkeren. Einen ähnlichen Eindruck habe ich selbst noch bei einem Terzenintervall in tieferer Lage, wo die Differenz der Schwingungszahlen noch klein ist, z. B. bei den Tönen 100 und 120. Doch treten hier neben dem Zwischentone bereits die Primärtöne auf, wenn auch ziemlich schwach. (Es handelt sich selbstverständlich stets darum, welche Töne man gleichzeitig hört; denn wenn man den Kopf erst in eine für den einen, dann für den andern Primärton günstige Lage bringt, so hört man natürlich nach einander die beiden Primärtöne und von einem Zwischentone kaum eine Spur.) In höheren Lagen sind bei Intervallen, die grösser sind als ein Halbton, die Primärtöne stärker und der Zwischenton schwächer zu hören. Einigermaassen deutlich ist letzterer nur dann, wenn die Primärtöne gleich stark sind und der Zwischenton in Folge dessen von beiden gleich weit entfernt ist. Unter dieser Bedingung konnte ich bei c^2 und d^2 (512 und 576) mit Sicherheit einen rauhen Zwischenton von der ungefähren Höhe cis^2 wahrnehmen.

Diese Beobachtungen beziehen sich nur auf einen Zusammenklang von zwei Stimmgabeltönen, und ich möchte noch ausdrücklich davor warnen, etwa anzunehmen, dass in Akkorden, in denen ähnliche Intervalle in entsprechenden Höhenlagen vorkommen, dieselben Erscheinungen auftreten müssten. Derartige Schlüsse von Zweiklängen auf Mehrklänge führen fast immer zu unrichtigen Ergebnissen. Auch wenn man statt der Stimmgabeltöne zwei obertonreichere Töne anwendet, macht man andere Beobachtungen. Bei den Zungentönen 100 und 120 oder 512 und 576 habe ich keine deutliche Empfindung eines Zwischentons feststellen können. Es scheint mir, als ob in diesen Fällen die Aufmerksamkeit zu sehr durch die scharfen Primärtöne in

[1] Aehnlich ist auch die Angabe von Stumpf, *Tonpsychol.* II, S. 481.

Anspruch genommen wird. Die Schwebungen scheinen mir jedoch auch bei diesen Zungentönen keineswegs deutlich an den Primärtönen zu haften. Ich kann über ihre Höhenlage zu keinem Urtheile kommen und würde sie, wenn man durchaus eine Aussage von mir verlangte, höchstens deshalb den Primärtönen zuschreiben, weil ich sonst nicht wüsste, wem.

EBBINGHAUS' Theorie.

EBBINGHAUS ist zwar mit der Resonanzhypothese in der HELMHOLTZ'schen Form nicht ganz einverstanden, glaubt aber (S. 316 seiner „Psychologie") daran festhalten zu müssen, weil die in pathologischen Fällen vorkommenden Tonlücken und Toninseln ohne die HELMHOLTZ'sche Vorstellung vollkommen räthselhaft seien. Er macht jedoch zur Erklärung der Differenztöne den Zusatz, dass jede Faser der Basilarmembran nicht nur auf den Grundton, sondern auch auf sämmtliche Obertöne in Mitschwingung gerathe,[1] wenn auch um so schwächer, je höher ihre Ordnungszahl ist. Wir wollen nun dahingestellt lassen, ob die Resonanzlehre die einzig mögliche Erklärung der Tonlücken ist. Soviel aber scheint klar, dass gerade EBBINGHAUS' Zusatz die kaum gewonnene Erklärung wieder zu nichte macht.[2]

Stellen wir uns einmal auf den Boden von EBBINGHAUS' Theorie und denken wir uns eine Schnecke, in der sämmtliche Resonatoren von 800 bis 2500 Schwingungen durch einen Krankheitsprozess zerstört seien. Nun halten wir dem unglücklichen

---

[1] Mit der spezifischen Energie im Sinne HELMHOLTZ' ist das Mitschwingen der Membranfasern unter Knotenbildung nicht recht zu vereinigen. HELMHOLTZ sah sich deshalb zu der Annahme genöthigt, dass die Knotenbildung durch die Struktur der Membran sehr erschwert sein müsse.

[2] EBBINGHAUS' Theorie liegt bis jetzt nur theilweise vor, und es ist wahrscheinlich, dass er im weiteren Verlaufe seiner Darstellung auf die im Folgenden erwähnte Schwierigkeit selber noch eingehen wird. Vielleicht versucht er ihr damit zu begegnen, dass in den fraglichen pathologischen Fällen die Knotenbildung der Fasern verhindert sei. Dann müsste in diesen Fällen nach seiner Theorie das Hören von Differenztönen ausgeschlossen oder doch beeinträchtigt sein.

Besitzer dieses unvollkommenen Gehörorgans eine schwingende Stimmgabel von 1000 Schwingungen vor das Ohr. Nach Bezold, auf dessen Abhandlung (*Zeitschr. f. Psychol.*, Bd. XIII, S. 161, 1897) ich noch zu sprechen komme, kann der Patient dann diesen Ton thatsächlich nicht hören. Nach Ebbinghaus aber müsste er ihn hören, denn der Resonator 500 ist ja unverletzt; der Resonator 500 macht auch mit Leichtigkeit 1000 Schwingungen, denn er braucht dazu ja blos einen einzigen Knoten zu bilden (von den tieferen Untertonresonatoren gilt das Entsprechende); die anliegenden Nervenzellen sind auf den Ton 1000 ebenfalls ausserordentlich gut eingeübt, denn so oft während des ganzen Lebens des Individuums der Ton 1000 das Ohr traf, erhielten sie stets von dem zugehörigen Resonator „500" dieselben 1000 Schwingungsreize: Weshalb in aller Welt wird denn jetzt der Ton 1000 nicht gehört?

Wenn also Ebbinghaus meint, ohne die Resonanz seien die Tonlücken und Toninseln räthselhaft, so muss ich bekennen, dass sie mir unter Voraussetzung von Ebbinghaus' Theorie nicht im Geringsten weniger räthselhaft erscheinen. Hier giebt es nur ein Entweder — oder: Entweder, wir halten an der Resonanz ohne Ebbinghaus' Erweiterung fest und erklären damit ausser der Zerlegung einer Tonwelle in ihre Komponenten noch die pathologischen Fälle der Tonlücken und Toninseln, verzichten aber ausdrücklich darauf, die Fülle der übrigen im normalen Zustande auftretenden Erscheinungen zu erklären; oder wir geben die Resonanzhypothese auf, erklären die so sehr interessanten Empfindungen des normalen Ohres und bekennen, dass wir über die Entstehung jener pathologischen Vorkommnisse vorläufig noch nichts Genaues wissen. Ich für meinen Theil ziehe das Letztere vor.

Wir haben gesehen, dass beim Zusammenklange zweier Töne, die ein etwas verstimmtes Oktavenintervall bilden und von denen der tiefere die Oktave als Oberton enthält, Schwebungen des tiefen Tones sich bemerkbar machen. Dies muss nach Ebbinghaus so erklärt werden: Die den Membranfasern anliegenden Nerven (die übrigens jede Tonempfindung vermitteln können, wenn sie nur in dem entsprechenden Rhythmus gereizt werden) sind auf den dem Grundtone ihrer Faser zugehörenden Nervenprozess am besten eingeübt, auf die den Obertönen zugehörenden Prozesse um so weniger, je höher

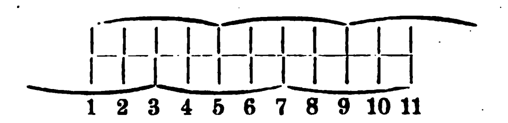
die Ordnungszahl des in Frage kommenden Obertones ist. Alle Fasern nun, die auf gemeinsame Untertöne abgestimmt sind, machen die aus Grundton nebst erstem Obertone und der verstimmten Oktave zusammengesetzte Schwingungsbewegung; und wenn diese die Periode 1 hat, so muss der tiefe Ton einmal schweben. Dass durch die Fasern, welche die zusammengesetzte Schwingung ausführen, überhaupt der tiefere und nicht der höhere Ton erzeugt wird, erklärt sich daraus, dass eben für den tieferen Ton die Nerven eine bessere Anpassung haben, weil er der Grundton der Faser selbst ist oder doch diesem näher liegt. (Dass gleichzeitig an anderer Stelle der Membran der dem höheren Ton entsprechende Nervenprozess zu Stande kommt, ist selbstverständlich.)

Aber es bleibt doch noch eine Schwierigkeit übrig. Bei König[1] finden wir eine Anzahl von Schwingungskurven, wie sie dem Zusammenklange zweier einfachen Töne entsprechen, von denen der eine ein etwas verstimmtes Vielfaches des andern ist. Beim verstimmten Einklange, den wir auf der ersten Figur sehen, hören wir auf Eine Periode Eine Schwebung. Nun frage ich: Weshalb hören wir hier eine Intensitätsschwankung? Es giebt zwei Möglichkeiten: Entweder: weil die Entfernung des schwingenden Theilchens von der Gleichgewichtslage nach der positiven Seite hin an einzelnen Stellen der Kurve sehr gross, an andern sehr klein ist, oder: weil der senkrechte Abstand eines Kurvenmaximums vom nächst vorhergehenden Minimum an einigen Stellen sehr gross, an andern sehr klein ist. Es ist nicht einzusehen, weshalb beide Ursachen dieselbe physiologische Wirkung haben sollen. Wir können diese beiden unter Voraussetzung der Resonanzhypothese möglichen Arten, die Intensität der Empfindung aus der Beschaffenheit des Reizes zu erklären, auch noch anders formuliren: Die Stärke der Reizung einer Nervenzelle hängt entweder ab vom absoluten oder vom relativen Druck. Letzteres bedeutet dasselbe, wie: Die Intensität der Reizung hängt ab von der Grösse der Differenz zwischen einem Druckmaximum und dem vorhergehenden Druckminimum.

Bleiben wir zunächst bei dieser letzteren Anschauung, von der ich glaube, dass sie, obwohl dieses Problem meines

[1] Expériences d'acoustique, S. 97.

Wissens noch nirgends erörtert worden ist, den meisten die plausibelste sein wird. Nun betrachten wir einmal bei König die Schwingungskurve bei der verstimmten Oktave. Die Schwingungen vertheilen sich um die Gleichgewichtslage in der Weise, wie ich es durch nachstehende Figur andeute. Der



grösste senkrechte Abstand der Begrenzungskurven liegt bei 2, 4, 6, 8 u. s. w. Da nun die erste Periode von 1 bis 5, die zweite von 5 bis 9 reicht, so müssten wir, wenn die oben vorausgesetzte Erklärung der Intensität richtig wäre, in jeder Periode zwei Schwebungen hören.

Gehen wir nun gleich zu der andern Möglichkeit über, dass die Intensität vom absoluten Druck abhängt. Dieser ist am stärksten bei 3, 7 u. s. w. Wir müssten danach also in jeder Periode nur Eine Schwebung hören. Thatsächlich aber hören wir, wenn der tiefere Ton absolut einfach ist, überhaupt keine Schwebungen.

Ebbinghaus' Theorie erklärt also zu viel, denn nach ihr müssten wir auch bei obertonfreien Tönen, die ein verstimmtes Oktavenintervall bilden, den tiefen Ton zweimal oder einmal während der Periode schweben hören.

Nur ein einziger Ausweg scheint mir für Ebbinghaus hier offen zu bleiben: Er muss annehmen, dass zwar die Reizintensität nicht vom absoluten Druck (dessen Schwankungen nach König's Figur ziemlich beträchtlich sind) abhängt, sondern vom relativen Druck, dass aber die in diesem Falle eigentlich zu erwartenden beiden Schwebungen des tiefen (obertonfreien) Tones deshalb nicht zu bemerken sind, weil die Schwankungen des relativen Druckes zu gering sind.

Ich hielt diese — zunächst vielleicht ziemlich überflüssig erscheinende — Erörterung der Frage, was in Ebbinghaus' Theorie unter Reizintensität zu verstehen ist, für nothwendig, um im Folgenden mit ganz bestimmten Voraussetzungen operiren zu können. Denn mit dem Sich-genügen-lassen, wenn man für jeden Ton und jede Schwebung die entsprechende Periodik gefunden zu haben glaubt, ohne zu sagen, was für ein physio-

logischer Vorgang denn da nun eigentlich periodisch sein soll, scheint mir in der Theorie der Tonempfindungen bisher gar zu arg gesündigt worden zu sein.

Beim Intervall 5:8 hört man die Differenztöne 3, 2 und 1. Wie diese aus EBBINGHAUS' Theorie folgen sollen, verstehe ich nicht. Es werden ja in diesem Falle wohl mehrere Stellen der Basilarmembran da sein, die auf gemeinsame Untertöne abgestimmt sind, also wird auch an mehreren Stellen die Membran die zusammengesetzte Schwingung machen. Es wäre daher möglich, dass an einigen Stellen der Ton 1, an andern 2, an andern 3 erzeugt würde. Aber weshalb hier 3, da 2, da 1? Für eine Beantwortung dieser Frage finde ich bei EBBINGHAUS keine Anhaltspunkte. Wie ich gezeigt habe, kann die Intensität der Nervenreizung bei EBBINGHAUS' Theorie nur davon abhängig gesetzt werden, wie gross der Ordinatenunterschied eines jeden Kurvenmaximums und nächst vorhergehenden Minimums ist. Bei der Kurve Fig. 2 meiner früheren Abhandlung sind diese Unterschiede unter Annahme einer willkürlichen Einheit folgende: 72. 21. 44. 64. 14. 64. 44. 21. Die *drei* stärksten Reizungen sind 72, 64, 64; dazwischen liegen schwächere. Hält man nun die Verschiedenheit von 72 und 64 im vorliegenden Falle für verschwindend klein, so müsste und könnte einzig und allein der Differenzton 3 entstehen; hält man sie nicht für so geringfügig, so ist zu berücksichtigen, dass die Reizungen *einmal* in der Periode bei 72 ein Stärkemaximum erreichen, und dann könnte einzig und allein der Differenzton 1 entstehen. Dieser ist auch am ehesten zu erwarten, wenn man der Theorie konsequent folgt, da auf diesen als den tiefsten und ihrem Grundtone am nächsten liegenden die in Betracht kommenden Nerven relativ am besten (d. h. mehr als auf 2 und 3) eingeübt sind. Wie es aber kommt, dass 1, 2 und 3 *gleichzeitig* gehört werden, dürfte aus EBBINGHAUS' Theorie schwer zu erklären sein. Giebt es da *nervöse Organe*, denen die Eigenschaft zukommt, wenn sie auf so eigenthümliche Weise gereizt werden, wie es eine zusammengesetzte Schwingungskurve sichtbar macht, dann gleichzeitig eine Mehrheit von nervösen Prozessen entstehen zu lassen, von denen der eine die Schwebungen, die andern die verschiedenen Differenztöne zur Empfindung bringen? Dann finde ich es einfacher, zu der Ansicht WUNDT's zurückzukehren, dass der Akustikusstamm dies alles — auf unbekannte Weise freilich — besorge.

Bei der Kurve Fig. 4 meiner früheren Abhandlung betragen die Ordinatenunterschiede: 62, 20, 60, 26, 47, 47, 26, 60, 20. Betrachtet man hier den Unterschied von 47 und 62 als verschwindend klein, so erhalten wir 5 Reizungsmaxima, müssten also den Ton 5 hören, von dem keine Spur vorhanden ist. Sicherlich aber müssen wir den Unterschied von 60 und 62 vernachlässigen. Denn um uns überhaupt eine bestimmte Vorstellung machen zu können, mussten wir ja voraussetzen, dass kleine Schwankungen der Reizstärke ohne Einfluss bleiben. Und die Schwankungen, die wir damals bei der verstimmten Oktave zuliessen, ohne dass sie Schwebungen bewirkten, waren weit grösser als diese. Somit hätten wir bei 62, 60 und 60 drei Reizmaxima. Ich weiss nicht, ob irgend jemand beim Intervall 4:9 den Ton 3 gehört hat. Wenn er überhaupt da ist, so ist er jedenfalls ausserordentlich schwach. Recht stark jedoch ist der Ton 1 zu hören, von dem garnicht einzusehen ist, wie er nach EBBINGHAUS' Theorie zu Stande kommen soll, es sei denn, dass man wieder die Ausflucht macht, es sei ja eine Periodik 1 da. Ich könnte die Beispiele dieser Art, die der Theorie Schwierigkeiten machen, leicht vermehren.

Wenn man objektiv drei Töne erzeugt, deren Verhältnisszahlen 107, 100 und 6 sind,[1] so hört man ausser dem Differenztone $107 - 100 = 7$ auch noch den Ton 1. Man kann diesen so ableiten: Der Differenzton 7 giebt mit dem objektiven Tone 6 den neuen Differenzton $7 - 6 = 1$. Um den Ton 1 aus EBBINGHAUS' Theorie zu erklären, müssen wir annehmen, dass die auf den gemeinsamen Unterton 1 abgestimmte Faser gleichzeitig die Schwingungen aller drei Töne ausführt. EBBINGHAUS' Theorie setzt also voraus, dass die Membranfasern selbst noch auf den hundertsiebenten Oberton in lebhaftes Mitschwingen gerathen. Mir scheint dies freilich aus rein physikalischen Gründen ausgeschlossen zu sein, dass die Fasern der Basilarmembran unter Bildung von 106 Knoten noch irgendwie in Betracht kommende Transversalschwingungen machen könnten. Doch wenn wir es wirklich annehmen würden, so wäre damit der Ton 1 doch nicht erklärt, denn die einmal auf die Periode

[1] In dem von mir angestellten Versuche war die Einheit der Verhältnisszahlen gleich 80 Schwingungen. Der Ton 6 wurde durch eine Resonanzgabel, die beiden anderen durch GALTON-Pfeifchen erzeugt.

fallende Schwankung des relativen Druckes ist in diesem Falle, wie man sich durch Konstruktion der Kurve überzeugen kann, verschwindend klein. Auch die an der Untertonfaser 1 liegenden Nerven müssten demnach den Ton 7 zur Empfindung bringen.

Auch die Thatsache vermag EBBINGHAUS' Theorie nicht zu erklären, dass man bei dem Intervall 8:9 die Töne 9, 8, 7, 6, 5 und 1 hört.[1] Dass diese Töne sämmtlich hörbar sind — freilich nicht alle gleich stark —, steht mir ohne jeden Zweifel fest.

Die Unmöglichkeit der Existenz von Resonatoren im Ohre.

Mir scheint sowohl der Versuch HERMANN's[2] wie der EBBINGHAUS', die Widersprüche der Resonanztheorie durch eine Erweiterung derselben zu beseitigen, gescheitert zu sein. Ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass die Resonanzhypothese je eher, je besser gänzlich aufgegeben werden muss, dass sie geradezu ein Hemmniss ist in der Entwickelung unserer Kenntnisse über das Zustandekommen der Tonempfindungen. Im Folgenden möchte ich nun kurz die Thatsachen zusammenfassen, welche direkt gegen das Vorhandensein von Resonatoren sprechen.

Die Thatsache, dass ein die Oktave als Theilton enthaltender Ton, wenn gleichzeitig die verstimmte höhere Oktave erklingt, selber (der Grundton) schwebt, ist mit der auf die Voraussetzung der Resonanz und der spezifischen Energien gegründeten Theorie HELMHOLTZ' überhaupt unvereinbar: Die Summe von Tönen wird im Ohre wieder vollständig zerlegt; um Schwebungen zu erzeugen, müssen nach HELMHOLTZ dieselben Theile der Basilarmembran durch zwei Schwingungen erregt werden; dieser Fall muss bei den beiden höheren Tönen eintreten und diese müssen schweben, er kann aber bei Tönen, die um eine Oktave auseinanderliegen, nie eintreten; folglich sind Schwebungen des

[1] S. 194 meiner früheren Abhandlung, *Zeitschr. f. Psych.* Bd. XI.

[2] Eine Kritik von H.'s Theorie enthält meine frühere Abhandlung S. 195 ff.

tiefen Tons nach der Theorie unter allen Umständen ausgeschlossen[1], während sie in Wirklichkeit jederzeit leicht beobachtet werden können.

Dass HELMHOLTZ selbst von der Existenz von Resonatoren im Ohre keineswegs ganz überzeugt war, ersieht man aus seinem Bemühen, das Vorhandensein von Resonatoren nur ja nicht als etwas anderes als eine blosse Hypothese hinzustellen. Es widerstreitet allen physikalischen Erfahrungen, so winzigen Körperchen, wie den Membranfasern, so tiefe Eigentöne zuzuschreiben. Man pflegt sich damit zu beruhigen, dass man annimmt, die kleinen Fasern könnten ja entsprechend belastet sein. Bisher hat aber noch Niemand solche anatomischen Unterschiede aufgezeigt, die auf verschiedene Belastung schliessen liessen, obwohl die Unterschiede doch kolossal sein müssen, wenn Saiten, die so geringe Längenverschiedenheiten aufweisen, wie die längsten und kürzesten Fasern der Membran, einerseits den Eigenton 20000, andererseits den Eigenton 20 haben sollen.

BEZOLD[2] glaubt seine interessanten Untersuchungen über die Tonempfindung an partieller Taubheit Leidender als „eine wesentliche Stütze für die Hypothese von HELMHOLTZ" betrachten zu können. Es ist leicht zu zeigen, dass gerade seine eigenen Beobachtungen die Unmöglichkeit der Existenz von Resonatoren im Ohre beweisen. BEZOLD benutzte Stimmgabeln, die nach seiner Angabe vollkommen obertonfrei sind. Für die Einfachheit der Stimmgabeltöne versucht er zwei Beweise, die beide verfehlt sind. Der eine geht merkwürdiger Weise aus von der HELMHOLTZ'schen Theorie, die doch gerade durch BEZOLD's mit Hilfe dieser Gabeln gemachte Beobachtungen erst gestützt werden soll: Die Kranken, welche für den Grundton der Gabel taub sind, für die Obertöne aber nicht, müssten es bemerken, wenn man die Gabel an ihr Ohr hält, da sie die Obertöne hören müssten. Da sie aber von dem Vorhandensein der tönenden Gabel an ihrem Ohre keine Ahnung haben, so schliesst BEZOLD, können auch keine Obertöne da sein. Dieser Schluss wäre nur dann zwingend, wenn die Resonanztheorie bereits bewiesen wäre. Die von BEZOLD benutzten Gabeln sind schwerlich

---

[1] Eine Erklärung durch Differenztöne kann ich nicht gelten lassen, so lange letztere nicht selbst erklärt sind.

[2] *Zeitschr. f. Psychol.* Bd. XIII, S. 161 ff., 1897.

obertonfrei, denn von STUMPF ist festgestellt worden, dass tiefere EDELMANN'sche Gabeln ausser dem Grundtone die Oktave zweifellos hervorbringen. BEZOLD versucht nun noch einen zweiten Beweis für die Behauptung, dass die Gabeln obertonfrei seien. Man soll dies nämlich der Schwingungskurve (a. a. O., S. 163) ansehen können. Ich muss allerdings gestehen, dass ich mir kein Urtheil darüber zutrauen würde, ob diese Kurve aus absolut einfachen Pendelschwingungen besteht oder eine schwächere Oktave enthält. Doch wenn selbst durch Ausmessung festgestellt werden könnte, dass diese Kurve eine obertonfreie Schwingung darstellt, so würde dies gegen STUMPF's positiven Nachweis des zweiten Theiltons nichts verschlagen, denn dieser könnte immerhin erst bei der Uebertragung der Gabelschwingung auf die Luft in letzterer entstehen, was praktisch denselben Erfolg hat, als wenn er bereits in der Schwingung der Stimmgabel enthalten ist.

Die Oktave ist also physikalisch vorhanden, nur ist es unmöglich, sie ohne besondere Hilfsmittel herauszuhören; ihre Empfindung wird durch den starken tieferen Ton verhindert. (Weshalb dies geschieht, werde ich später zeigen.) Nun giebt es ausser den von STUMPF vorzugsweise benutzten Schwebungen noch andere Mittel, die Oktave hörbar zu machen. Man braucht nur den Grundton durch Interferenz zu vernichten. Was man durch Interferenz erlangt, dass nämlich keine Empfindung des tieferen Tones eintritt, kann man aber in gewissen pathologischen Fällen auch ohne jeden Apparat erreichen. Man nimmt einen Patienten, dessen Resonator für den Grundton zerstört, dessen Resonator für den Oberton erhalten ist, und hält ihm die tönende Gabel an das Ohr. Dann kann die Empfindung des Grundtons nicht zu Stande kommen, wohl aber die des Obertons. BEZOLD hat nun diesen Versuch gemacht und fand, „dass die Kranken, wenn wir nur das Auge ausschliessen, keine Ahnung davon haben, ob überhaupt die in starke Schwingung versetzte Gabel direkt vor dem Ohre sich befindet oder nicht.“ Dann kann es auch keine Resonatoren im Ohre geben; denn wenn es solche gäbe, hätten die Kranken die Oktave hören müssen.

Neue Theorie des Hörens.

Man muss von einer Theorie der Gehörsempfindungen vornehmlich verlangen, dass sie eine Erklärung giebt, wie es kommt, dass man aus einem zusammengesetzten Klange diejenigen Töne (Primär- und Differenztöne) heraushört, die man, wie die Beobachtung zeigt, bei bestimmter Stärke der Primärtöne thatsächlich heraushört. Ich glaube nun, dass man dieser Forderung schwerlich auf andere Weise genügen kann, als dadurch, dass man eine Zerlegung der Tonwelle im Ohre annimmt, wie ich sie in meiner früheren Abhandlung dargestellt habe, wobei zunächst die kleinsten Hinundherbewegungen ihre Wirksamkeit verlieren, dann die etwas grösseren u. s. w. Nur auf diese Weise erhält man eine Reihe an Frequenz abnehmender Hinundherbewegungen, wie sie den in Wirklichkeit gehörten Primär- und Differenztönen entsprechen. Um nun diesen Vorgang anschaulich zu machen, habe ich damals direkt an der Kurve eine Zerlegungskonstruktion ausgeführt. Doch ist diese nicht so übersichtlich wie die jetzt von mir erdachte Konstruktion und kann auch zu Missverständnissen Anlass geben. So ist mir zum Vorwurf gemacht worden, dass ich die bei der Zerlegung sich ergebenden Stücke willkürlich mit Tonschwingungen identifizirte. Dies ist jedoch gar nicht der Fall. Ich habe diese Theile „Schwingungen" genannt, weil sie wirkliche Hinundherbewegungen (nur nicht pendelförmige) darstellen. Im Uebrigen wird durch diesen Namen gar nichts behauptet. Um eine Möglichkeit zu zeigen, wie eine solche Wellenzerlegung thatsächlich geschehen kann, habe ich damals angenommen, dass die Schwingungen sich innerhalb der Schnecke mit starker Dämpfung in irgend einem Körper fortpflanzten, der mit den nervösen Endorganen in Verbindung steht. Diese Annahme begegnet einer Schwierigkeit, weil man nicht recht zu sagen vermag, welcher der anatomisch in der Schnecke festgestellten Körper es sein kann, in dem die Schwingungen gedämpft fortschreiten. Ich erwähnte damals die Corti'schen Bögen, ohne aber selbst recht von einer derartigen Funktion dieser Theile überzeugt zu sein. Schon damals wäre ich zu der einfachen gleich auseinander zu setzenden Anschauung gelangt, wenn es mir schon damals gelungen wäre, mich gänzlich von der Resonanz zu emanzipiren.

Darüber herrscht allgemeine Uebereinstimmung, dass ein Druck des Steigbügels auf das Vorhofswasser die Wassersäule der Vorhofstreppe nicht in ihrer Längsrichtung so verschiebt, dass die verdrängte Wassermenge durch die an der Spitze der Schnecke gelegene Kommunikationsöffnung auf die Paukentreppe überfliesst, sondern dass in einem solchen Falle wegen der auf diesem längeren Wege dem Wasser sich entgegenstellenden Reibungswiderstände die membranösen Wände des häutigen Schneckenkanals gegen die Paukentreppe hin sich buchten. Die Resonanztheorie wird hier inkonsequent, indem sie annimmt, dass diese Ausbuchtung stets an derjenigen Stelle stattfindet, wo sich der angebliche auf den betreffenden Ton abgestimmte Resonator befindet. Will man die allgemeine Annahme konsequent durchführen, so muss man sagen: Da der längere Weg der Flüssigkeit einen grösseren Reibungswiderstand entgegensetzt, so buchten sich die Membranen des Schneckenkanals dort aus, bis wohin die Flüssigkeit den kürzesten Weg zurück zulegen hat, also am Anfange der Schnecke. Je grösser die durch den Steigbügel verdrängte Flüssigkeitsmenge ist, um so weiter erstreckt sich der in Bewegung gerathene Theil der Membranen, da die Ausbuchtung doch wahrscheinlich nur in geringerer Tiefe möglich ist; und bei äusserst starken Tönen dürften wohl die membranösen Wände in ihrer ganzen Länge sich ausbuchten. Es wird kaum Jemand leugnen können, dass diese Annahme rein den anatomischen Befunden nach eine viel grössere Wahrscheinlichkeit hat, als jene andere, dass die Basilarmembran aus vielen Tausenden Resonatoren bestehe.

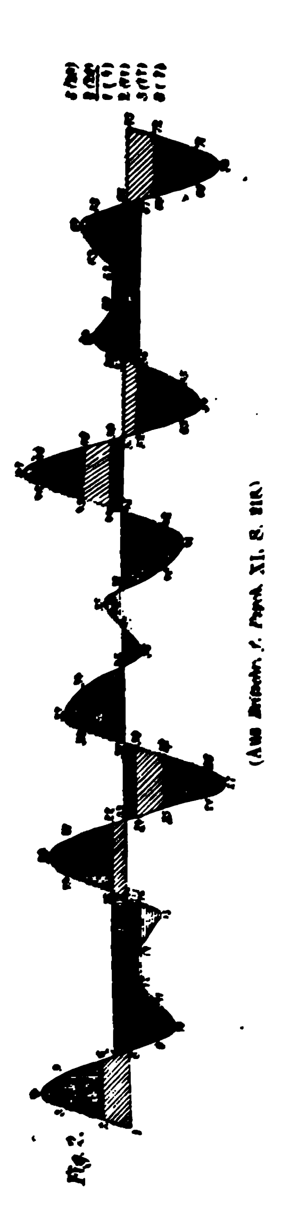
Sehr wahrscheinlich ist es ferner, dass die membranösen Wände des Schneckenkanals als weiche, in Flüssigkeit gebettete organische Körper, wenn sie aus ihrer normalen Lage durch äufsere Kräfte verrückt worden sind, nur verhältnissmässig langsam wieder in den alten Zustand zurückkehren werden, falls dies nicht wiederum durch äufsere Kräfte geschieht. Und zwar können wir ohne Schwierigkeit annehmen, dass die Zeit der selbständigen Rückkehr in den früheren Zustand mehrere Sekunden beträgt, gegenüber der Zeit einer Hinundherbewegung des Steigbügels also im Allgemeinen sehr gross ist, so dass wir in der Anwendung dieser Voraussetzung auf besondere Fälle keinen nennenswerthen Fehler machen werden, wenn wir annehmen, dass die Membran überhaupt nur durch äussere Kräfte bewegt wird.

Ebenso, wie bei einer positiven Bewegung des Steigbügels die Ausbuchtung der Basilarmembran am Anfange der Schnecke beginnt und sich bei fortschreitender Bewegung des Steigbügels immer weiter nach der Spitze der Schnecke hin ausbreitet, muss bei der Umkehr des Steigbügels die Rückbewegung der Membran vom Anfange der Schnecke beginnend nach der Spitze hin sich weiter verbreiten.

Hierzu will ich noch eine Voraussetzung machen, die keine wesentliche Bedeutung hat, die Konstruktion des Bewegungsbildes jedoch bedeutend vereinfacht. Ich will nämlich annehmen, dass die Rückbewegung der Membran nicht über ihre normale Lage hinaus stattfindet. Wegen des unsymmetrischen Baues der Basilarmembran (nur auf Einer Seite lagern festere Gebilde) ist es übrigens gar nicht unwahrscheinlich, dass die Membran wirklich nur nach Einer Seite hin sich bewegt. Macht nun der Steigbügel, wie es am Anfange einer akustischen Erregung häufig der Fall sein dürfte, eine negative Bewegung von so grosser Amplitude, dass mehr Flüssigkeit angesaugt wird, als in der Ausbuchtung der Membran enthalten ist, so muss, sobald sämmtliche aus ihrer normalen Lage verrückten Membrantheilchen diese wieder erreicht haben, ein Ueberfliessen der Flüssigkeit durch die an der Schneckenspitze gelegene Oeffnung eintreten. Letzteres muss auch dann geschehen, wenn bei Einwirkung von überaus starken Tönen selbst eine Ausbuchtung der g a n z e n Membran die verdrängte Flüssigkeitsmenge nicht fassen kann. Diese die Vorhofs- und Paukentreppe direkt verbindende Oeffnung hat demnach die Funktion eines Sicherheitsventils, durch das einem Zerreissen der Basilarmembran vorgebeugt wird.

Weitere Hypothesen mache ich nicht, denn hiermit ist bereits so ziemlich alles erklärt, was überhaupt zu erklären ist. Man kann dies an den Figuren sehen, die uns eine Anschauung davon geben, wie in speziellen Fällen die einzelnen Theile der Schneckenmembran in Bewegung gerathen müssen. Die senkrecht auf einander folgenden Felder bedeuten e i n z e l n e T h e i l c h e n d e r S c h n e c k e n m e m b r a n, und zwar liegen diese Theilchen bei 1 am Anfange der Schnecke; je grösser die Zahlen werden, um so mehr nähern sich die zugehörigen Theilchen der Basilarmembran der Schneckenspitze, ohne dass jedoch das letzte Figurenfeld dem äussersten Ende der Membran zu entsprechen brauchte, vielmehr kann es noch ein grösseres oder kleineres Stück davon

entfernt bleiben; dieser an der Schneckenspitze gelegene Theil der Basilarmembran bleibt in diesem Falle eben unthätig. Je länger der in Bewegung versetzte Theil der Basilarmembran ist, um so grösser muss natürlich auch die Zahl der erregten Nervenendigungen sein. Da nun aber der in Bewegung versetzte Theil der Basilarmembran um so länger sein muss, je grösser die Amplitude der Steigbügelschwingung, also auch der Luftschwingung ist, so folgt aus unseren Voraussetzungen, dass die Intensität der Tonempfindungen abhängig ist von der Zahl der gereizten Nervenendigungen.



Gehen wir in einem der Figurenfelder von links nach rechts, entsprechend den Buchstaben *a*, *b*, *c* u. s. w., so sehen wir, wie die B e w e g u n g e n d i e s e s M e m b r a n t h e i l c h e n s der Zeit nach auf einander folgen. Jeder Uebergang vom Weissen zum Schwarzen bedeutet eine positive, vom Schwarzen zum Weissen eine negative Bewegung; in den Zwischenzeiten befindet sich das Theilchen in Ruhe. Die gesammte so dargestellte Zeit entspricht einer Periode der zusammengesetzten Tonschwingung, so dass wir, rechts an der Grenze des Feldes angekommen, sofort wieder links am Anfange einsetzen müssen.

Die Konstruktion ist in sehr einfacher, wenn auch nicht müheloser Weise auszuführen. Man konstruirt zuerst die zusammengesetzte Kurve, z. B. Fig. 2 meiner früheren Abhandlung:

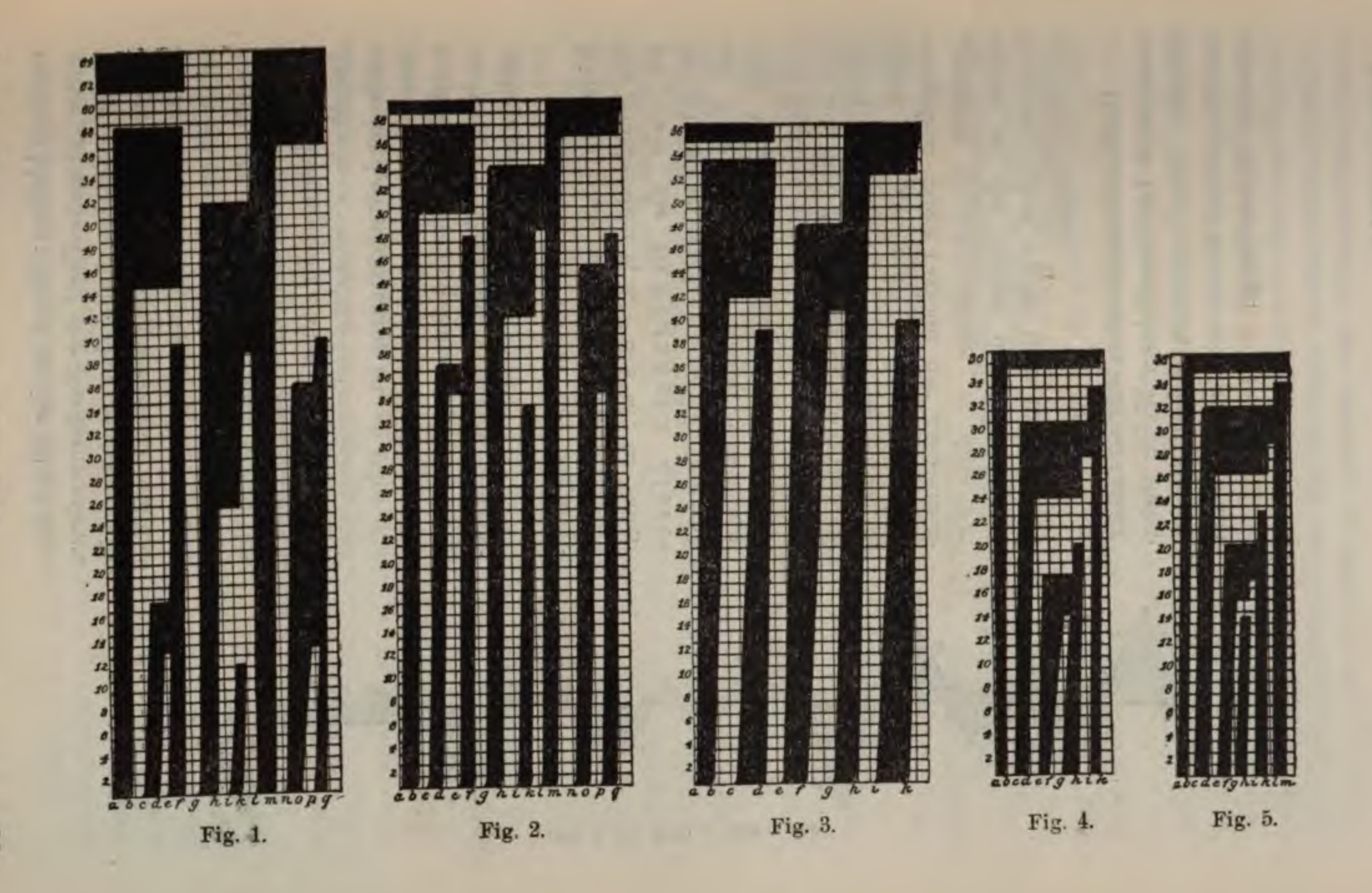


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

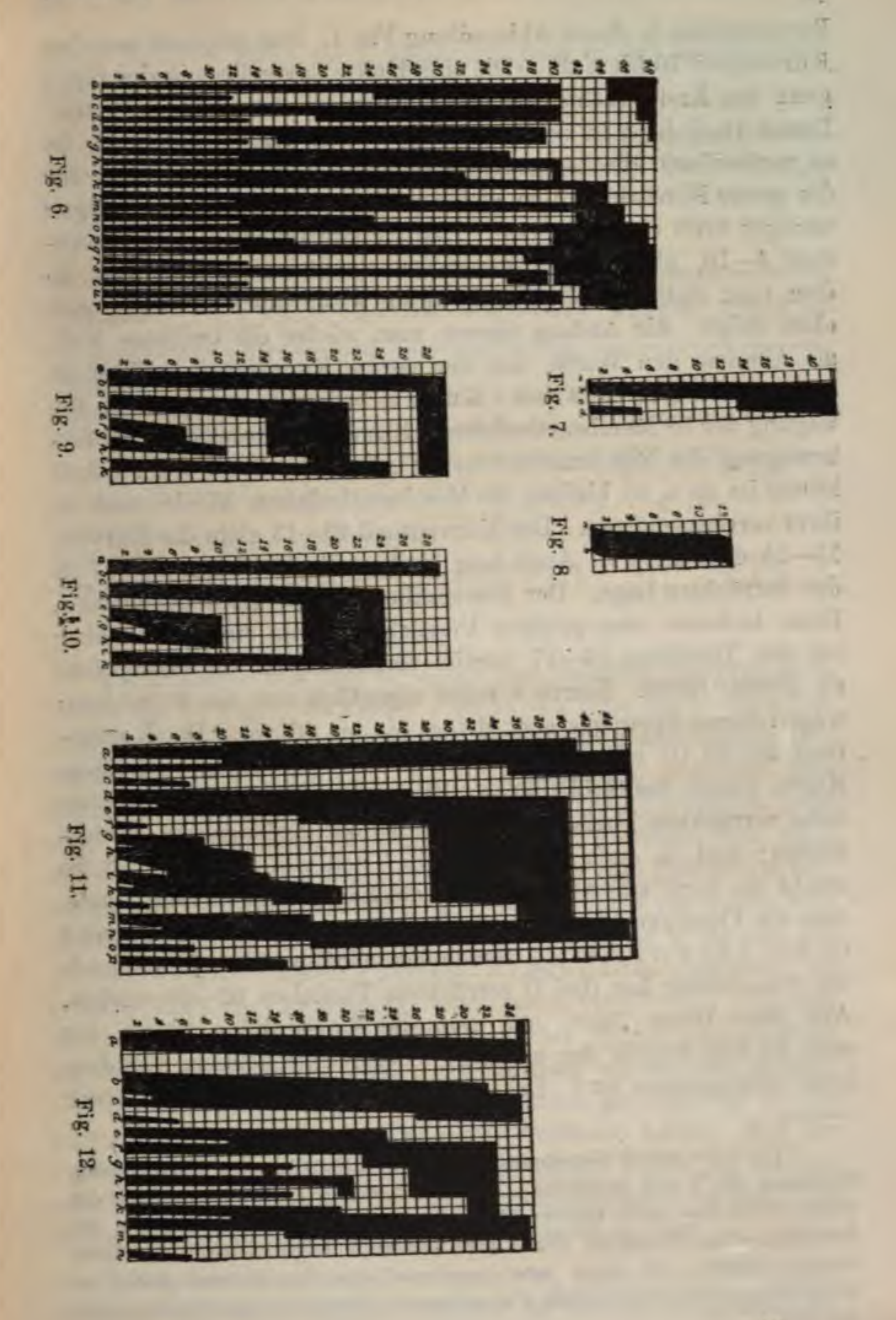


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Ihr entspricht in dieser Abhandlung Fig. 1. Nun zeichnet man den Kurventheil 70 bis 4 ab. (Die eine Hälfte davon liegt in der Figur ganz am Ende rechts, ist aber natürlich links zu ergänzen.) Dieser Theil ist *a* in der neuen Figur. Bei der Uebertragung ist es vortheilhaft, die Längeneinheiten zu verändern (natürlich für die ganze Konstruktion in gleicher Weise), damit die neue Figur weniger breit als hoch wird. Dann überträgt man den Kurventheil 4—10, aber in entgegengesetzter senkrechter Richtung, so dass man statt von oben nach unten wiederum von unten nach oben steigt. Als Anfang nimmt man wieder die Ordinate Null, als Abscisse den Werth, den der vorige Kurventheil in Feld 58 als äussersten erreicht hat. Kurve *a* bedeutet eine positive Bewegung der 58 Membrantheilchen. Kurve *b* bedeutet eine Zurückbewegung der Membrantheilchen. Aber, da dieser Kurventheil kürzer ist als *a*, so bleiben die Membrantheilchen 45—58 noch in ihrer verrückten Lage. Der Kurventheil 10—13 giebt die Kurve *c*, 13—15 die Kurve *d*. Auch hier bleiben die Theilchen 14—17 in der verrückten Lage. Der Kurventheil 15—20 giebt die Kurve *e*. Diese bedeutet eine positive Verrückung. Da eine solche aber bei den Theilchen 14—17 bereits vorhanden ist, so überspringt sie dieses Gebiet. Kurve *e* sollte eigentlich nur bis 36 reichen; wegen dieses Sprunges aber dringt sie bis 40 vor. Der Kurventheil 20—27 (*f*) sollte eigentlich nur bis 56 reichen. Da diese Kurve jedoch das Gebiet 40—44 überspringt, so kann sie sämmtliche verrückten Theilchen bis 58 in die Anfangslage zurückführen; und da auch jetzt noch ein Theil von ihr übrig ist, so macht sie noch einen Sprung (ein solcher Sprung bedeutet stets, dass die Flüssigkeit im Schneckenkanal an dieser Stelle nur in der Längsrichtung verschoben wird) und führt auch noch die von früher her (bei *l*) verrückten Theilchen 62—64 zurück. Auf diese Weise führt man nun die Konstruktion weiter, bis man zu dem Punkte der ursprünglichen Kurve gelangt, von dem man ausgegangen ist.[1] Dass schliesslich weder ein Rest übrig

[1] Ich habe meine Konstruktionen ganz willkürlich bei irgend einem Minimum der Kurve begonnen. Am leichtesten wird die Herstellung der Figur, wenn man beim tiefsten Minimum (z. B. in Fig. 2 der früheren Abhandlung beim Punkt 27) der Kurve anfängt. Beginnt man bei einem andern Punkte, so muss man manchmal, an der rechten Seite angekommen, wieder auf die linke übergehen und hier die nöthigen Ergänzungen machen.

bleibt noch ein Stück fehlt, zeigt uns, dass in der Konstruktion kein Versehen vorgekommen ist.

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Zusammensetzung der den Figuren zu Grunde liegenden Schwingungskurven:

Figur:	1	2	3	4	5	6	7 und 8	9 und 10	11 und 12
Verhältniss d. Schwingungszahlen	5:8	5:8	5:8	5:6	5:6	10:21	n:2n:(2n+d)	4n:(5n+d)	4n:(5n+d):(15n+3d):16n
Verhältnisszahlen der Amplituden	1:1	1:3	3:1	2:1	1:2	1:1	2:1:1	1:1	2:2:1:1

Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen uns dasselbe Intervall 5:8. Wenn wir in Fig. 1 die Felder 1 bis 11 von links nach rechts verfolgen, so treten wir achtmal in nicht sehr verschiedenen Abständen *von Weiss auf Schwarz* hinüber, d. h. die entsprechenden *Theilchen der Basilarmembran* machen während der Periode achtmal nach nicht genau gleichen, aber auch nicht zu sehr verschiedenen Zeitabschnitten eine *positive Bewegung*. Nehmen wir nun, um bei möglichst einfachen Vorstellungen zu bleiben, an, eine jede solche Bewegung sei ein *Reiz für die anliegenden Nervenendigungen*, so müssen diese die Empfindung des Tones 8 vermitteln. Von den durch den Uebergang *von Schwarz auf Weiss* bezeichneten negativen Bewegungen nehme ich an, dass sie auf den Nerven *ohne Einfluss* bleiben. Es ist demnach gleichgültig, ob die schwarzen Felder grössere oder geringere Breite haben. Nur die *linksseitige Begrenzung* der schwarzen Felder ist für uns von Wichtigkeit, da durch sie der jedesmalige Zeitpunkt bezeichnet wird, in dem ein Reiz zur Wirkung gelangt.

Wir müssen nun freilich voraussetzen, dass *dieselbe* (einer gewissen Zahl von Reizungen während der Periode entsprechende)

Empfindung zu Stande kommt, wenn die Reize in e t w a s u n r e g e l m ä s s i g e n Z e i t a b s c h n i t t e n sich wiederholen, als wenn sie ganz regelmässig erfolgen. Doch ist es selbstverständlich, dass die U n r e g e l m ä s s i g k e i t eine gewisse G r e n z e hat. Wenn beispielsweise in einer Periode 20 Reize in ziemlich gleichen und darauf 20 in unter sich zwar auch gleichen, aber doppelt so grossen Abschnitten, als die früheren, aufeinanderfolgen würden, so können wir nicht annehmen, dass dann der Ton 40 entstehen muss, sondern dass im ersten Theile der Periode von denselben Nerven der Ton 60 (wegen der Schnelligkeit der Reizfolge), im zweiten Theile die tiefere Oktave 30 zur Empfindung gebracht wird. Die Grenze, innerhalb deren die Unregelmässigkeit der Reizfolge ohne Einfluss ist, kann allerdings nicht a priori bestimmt werden, sondern muss durch Beobachtung von speziellen Fällen ermittelt werden.

Bei dem Intervall 5 : 8 werden die Töne 8, 5, 2, 1 und, wenn 8 für sich allein stärker ist als 5, auch 3 gehört. Der Ton 8 erklärt sich aus Fig. 1, wie wir gesehen haben, sehr leicht; ebenso der Ton 5, denn bei den Theilchen 14 u. s. w. der Membran folgen während der Periode 5 Reize auf einander. Bei den Theilchen 12 und 13 haben wir freilich nur 7 Reize, und diesen Ton hört man nicht. Doch sind die beiden Reize *g* und *l* fast doppelt so weit von einander entfernt, als die übrigen. Es ist also ziemlich dasselbe, als wenn man bei einer Sirenenscheibe von 8 Löchern immer eins verstopft. Dann hört man doch den Ton 8, also wird auch wohl hier bei der Reizfolge 12 und 13 der Ton 8 zu Stande kommen. Die Stärke des Tones 8 wäre dann insgesammt $\frac{13}{64}$ oder 20 % des Gesammtklanges, während objektiv die Amplituden von 8 und 5 gleich sind. Bei den Membrantheilchen 40—57 sehen wir während der Periode 2 Reize auf einander folgen, bei 58—64 nur 1 Reiz. So erklären sich die Differenztöne 2 und 1. Sie stellen zusammen $\frac{25}{64}$ oder 39 % des Gesammtklanges dar.

In Fig. 2, wo der Ton 8 objektiv dreimal so stark ist als 5, ergiebt sich als Stärke des empfundenen Tones doch nur $\frac{34}{59}$ oder 58 % des Gesammtklanges. Die Differenztöne 1 und 2 entstehen hier bei den Theilchen 49 bis 59, ihre Stärke beträgt also zusammen $\frac{11}{59}$ oder 19 % des Gesammtklanges. Sehr bemerkenswerth ist der Unterschied, dass bei Fig. 2 der obere, für die Differenztöne 1 und 2 in Betracht kommende Theil einen s e h r v i e l g e r i n g e r e n

Theil des Ganzen bildet, als in Fig. 1 bei *objektiv gleicher Stärke der Primärtöne*. In Fig. 3 ist objektiv der Ton 5 viel stärker als 8. Wir sehen hier von einer achtmaligen Reizung nichts. Wie ich nun oben berichtet habe, hört man, falls der Ton 8 nur objektiv vorhanden ist, wenn er auch beim Zusammenklange nicht herausgehört werden kann, doch die Differenztöne 2 und 1. Dementsprechend haben wir hier bei den Theilchen 40 bis 53 eine zweimalige, 54 bis 56 eine einmalige Reizung während der Periode. Die Stärke des empfundenen Tones 5 ist in diesem Falle $\frac{39}{56}$ oder 70 %, die der Differenztöne 2 und 1 zusammen $\frac{17}{56}$ oder 30 % des Gesammtklanges; objektiv ist der Ton 5 dreimal so stark als 8. Der Differenzton 3 ist in diesem Falle nicht zu hören, wohl aber in dem der Figur 1 entsprechenden. Wenn wir die beiden Figuren mit einander vergleichen, so sehen wir leicht, dass uns kaum etwas Anderes übrig bleibt, als in Fig. 1 aus der eigenthümlichen Bewegungsform der Teilchen 14 bis 39 sowohl den Ton 5 als 3 herauszulesen. Die Annahme freilich lehne ich von vornherein ab, dass etwa bei diesen Theilchen dieselben Nervenendigungen gleichzeitig den Ton 5 und 3 vermittelten. Vielmehr können nur einzelne 5, andere 3 zur Empfindung bringen. 5 ist ja sehr leicht erklärt, denn wir haben überall von 14 bis 39 fünf auf einander folgende Reizungen. Um den Ton 3 zu erklären, müssen wir annehmen, dass bei einzelnen Theilchen zweimal je zwei Reizungen ihrer Wirkung nach zu einer einzigen verschmelzen. Dass dies unmöglich sei, wird wohl Niemand behaupten. Ich weise bei dieser Gelegenheit auf die in meiner früheren Abhandlung veröffentlichten Versuche mit unregelmässig auf einander folgenden Luftstössen bei Sirenenscheiben hin. Man macht dabei manchmal ganz seltsame, schwer zu erklärende Beobachtungen, jedenfalls nicht weniger schwer, als hier das Hören des Tones 3. Weshalb aber zwei Reize zu einem verschmelzen, darüber kann ich in unserem Falle eine *bestimmte* Aussage noch nicht machen, blosser Vermuthungen aber möchte ich mich lieber enthalten.

Die Figuren 4 und 5 zeigen uns das Intervall 5 : 6. In Figur 5, wo der Ton 6 objektiv an Stärke überwiegt, sehen wir bei den Feldern 1 bis 13 sechs Reizungen in der Periode, bei 14 bis 17 fünf Reizungen, bei 18 bis 23 vier Reizungen, bei 24 bis 29 drei, bei 30 bis 33 zwei, bei 34 bis 36 Eine Reizung. Diese Töne werden auch alle gehört, mit Ausnahme von 2, den ich wenig-

stens mit Sicherheit nicht festzustellen vermochte. Doch ist in diesem Falle die Versehmelzung zweier Reize zu einem einzigen sehr leicht zu erklären, da sie verhältnissmässig ausserordentlich nahe an einander liegen, in den Feldern 30 und 31 der Fig. 5 bei *a* und *c*, in den Feldern 32 und 33 bei *l* und *a*. In Fig. 4, wo der Ton 6 objektiv viel schwächer ist als 5, sehen wir einen sechsmaligen Reiz überhaupt nicht entstehen, wohl aber die den Differenztönen 4, 3 und 1 entsprechenden Reizfolgen. In den Feldern 21 bis 23 von Fig. 4 haben wir drei Reizungen und können daher annehmen, dass hier der Ton 3 entsteht. Andererseits jedoch muss man bedenken, dass die drei Reize *i*, *a* und *c* sehr nahe an einanderliegen, dass dann aber eine Pause folgt. Es ist also ähnlich, als wenn wir bei einer Sirenenscheibe von vier Löchern immer eines verstopften; in diesem Falle hört man doch den Ton vier. Wir können also annehmen, dass auch hier nicht der Ton 3, sondern 4 zur Empfindung gelangt. Dies eben ist die Zweideutigkeit des Reizes, von der ich früher sprach, durch die eine abwechselnde Verstärkung bald von 3, bald von 4 beim Intervall 5 : 6 ermöglicht wird. Welches freilich die physiologischen Ursachen sein können, durch die bewirkt wird, dass dem zweideutigen Reize bald die eine, bald die andere Empfindung entspricht, darüber weiss ich nichts zu sagen. Aehnlich, wie hier sind die Verhältnisse beim Intervall 4 : 5 und andern.

Fig. 6 zeigt uns das Intervall 10 : 21, also in mittleren Lagen eine um ziemlich viel Schwingungen verstimmte Oktave. In den unteren Feldern sehen wir 21 Reizungen während der Periode auf einander folgen. Der Ton 21 müsste nun eigentlich, wie leicht aus der Figur zu ersehen ist, zweimal, in der Gegend von *e* und *s* schweben, weil die in kürzeren Zeitabschnitten sich wiederholenden Reize sich hier bis auf das Theilchen 13 hin erstrecken, bei dem in der Gegend von *a* und *m* die Reizungen nach doppelt so langen Zeiten auf einander folgen. Er schwebt aber, wenn keine Obertöne vorhanden sind, wie ich gezeigt habe, überhaupt nicht. Es handelt sich jedoch in diesem Falle auch nur um sehr geringe Stärkeschwankungen, die wahrscheinlich zu gering sind, um bemerkt werden zu können. Wir erhalten also bei den Theilchen 1 bis 12 den Ton 21, 13 bis 40 den Ton 10 und bei 41 bis 48 den Differenzton 1, wie er in diesem Falle thatsächlich zu beobachten ist.

Die Figuren 7 und 8 zeigen uns den Vorgang bei einem nur ganz minimal verstimmten Oktavenintervall (wo also kein Differenzton entsteht), wenn der tiefere Ton die Oktave als Oberton enthält. In diesem Falle (etwa beim Intervall 500 : 1001) kann ich natürlich nicht die ganze Periode aufzeichnen. Wir brauchen aber auch, um uns den Vorgang anschaulich darzustellen, nur die beiden charakteristischen Phasen, die, wenn der höhere Ton um 1 Schwingung verstimmt ist, nach Verlauf von $\frac{1}{2}$ Sek. sich immer ablösen. Diese beiden Phasen sehen wir nun in Fig. 7 und 8. In Fig. 7 erstrecken sich die Reizungen des höheren Tons über 5 Felder, die des tieferen über 17. In Fig. 8 sind die Reizungen des höheren Tons gänzlich verschwunden, die des tieferen erstrecken sich über 12 Felder. Beide Töne müssen also schweben, aber der höhere auffallender, weil er abwechselnd auftritt und wieder verschwindet, während der tiefere nur abwechselnd stärker und schwächer wird.

Beim verstimmten Intervall 4 : 5 hört man, wie ich festgestellt habe, wenn keine Obertöne vorhanden sind, keine Schwebungen des Differenztons 1. Wenn solche zu Stande kämen, so könnte dies nur dadurch geschehen, dass die objektiven Töne mit beständig sich ändernder Phase zusammenklingen. Man kann in diesem Falle vier charakteristische Phasen unterscheiden, die, wenn der höhere Ton um 1 Schwingung verstimmt ist, in Abständen von $\frac{1}{16}$ Sek. auf einander folgen, zusammen also eine Viertelsekunde ausfüllen. Fig. 9 bringt uns die erste, Fig. 10 die zweite dieser Phasen zur Anschauung. Die dritte und vierte erhält man fast genau, wenn man in diesen beiden Figuren Weiss und Schwarz mit einander vertauscht. Wir überzeugen uns ohne Weiteres, dass diese Phasenverschiebung keine bemerkenswerthe Klangänderung zu bewirken im stande ist. Ein ganz anderes Bild zeigen uns die Figuren 11 und 12, die ebenfalls das verstimmte Intervall 4 : 5 darstellen, wobei aber zu 4 der Oberton 16, zu 5 der Oberton 15 hinzugefügt ist. Hier kann man zwei charakteristische Phasen unterscheiden, die, wenn der Ton 5 um 1 Schwingung verstimmt ist, in Abständen von $\frac{1}{8}$ Sek. auf einander folgen, zusammen eine Viertelsekunde ausfüllen, sodass also der ganze Vorgang sich viermal in der Sekunde wiederholt, entsprechend den 4 Schwebungen des Differenztons 1, die man in diesem Falle hört. In Fig. 11 kommt der Differenzton 1 in mehr als 10 Theilchen von 36—46 zu Stande, in Fig. 12

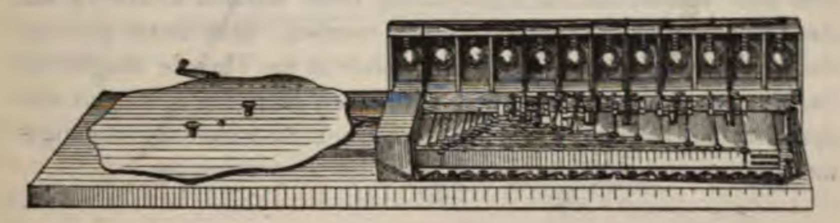
dagegen nicht einmal ganz in einem einzigen, 35. Wir haben also hier die Schwebungen des Differenztons direkt erklärt, ohne in der Annahme von allerlei mit einander schwebenden Differenztönen unserer Phantasie freien Spielraum lassen zu müssen.

Ich habe im Vorstehenden meine Theorie auf eine Anzahl spezieller Fälle angewandt, die mir in der einen oder andern Hinsicht besonders merkwürdig waren. Mir scheint die Uebereinstimmung der Theorie mit den Thatsachen in allen diesen Fällen eine recht gute zu sein. Doch dürfte die Theorie, wenn sich ihre Grundvoraussetzung als richtig erwiese, jedenfalls in den Einzelheiten einen weiteren Ausbau erfordern. Vor Allem aber bedarf das Thatsachenmaterial, das durch die Theorie erklärt werden soll und auf das sich jede Theorie daher zu stützen hat, noch einer recht ausgiebigen Erweiterung durch neue Beobachtungen. Am meisten muss man wohl nach der bisherigen Darstellung meiner Theorie an den daraus folgenden Intensitätsverhältnissen Anstoſs nehmen. Für die Differenztöne scheint aus der Theorie doch eine grössere relative Stärke sich zu ergeben, als sie in Wirklichkeit zu beobachten ist, und die Abschwächung des höheren Primärtons eines Zweiklanges scheint auch nicht so bedeutend zu sein, als die Theorie erwarten lässt. Doch das muss ich betonen, dass die obigen Intensitätsbestimmungen auf der stillschweigend gemachten Voraussetzung beruhen, dass die Nervenendigungen in gleicher Dichtigkeit der Länge nach über die Basilarmembran verbreitet sind, und dass die Länge des ausgebuchteten Theiles der Membran stets proportional ist der Weite der betreffenden Schwingungsbewegung des Steigbügels. Wie weit die erstere Annahme erfüllt ist, kann man bei unserer mangelhaften anatomischen Kenntniss der Schnecke nicht sagen; die zweite ist aber sicherlich nicht erfüllt, da der Querschnitt des Schneckenkanals keineswegs vom Anfange bis zur Schneckenspitze der gleiche ist. Ich werde auf diesen Punkt in einer weiteren Abhandlung näher eingehen und hoffe zeigen zu können, dass meine Theorie nicht nur die Qualitäten, sondern auch die Intensitäten in vollkommenerer Weise als die Resonanztheorie zu erklären vermag.

Anhang I.

Ueber einen Apparat zur Demonstration der Wellenzerlegung durch das Gehörorgan.

Man hat bekanntlich, um die Eigenthümlichkeit der Wellenbewegung zu verdeutlichen, allerlei Wellenmaschinen construirt, die einen der Wellenbewegung analogen Vorgang vor dem Auge des Betrachtenden vorüberziehen lassen. Zu ähnlichem Zwecke, um nämlich die durch Einwirkung einer beliebigen akustischen Welle auf das Ohr meiner Theorie gemäfs bewirkte verschieden frequente Reizung der Nervenendigungen in der Schnecke in ganz langsamer Aufeinanderfolge darzustellen, habe ich einen Apparat construirt, dessen Einrichtung und Function ich kurz beschreiben möchte.[1]



Wie die Figur zeigt, enthält der Apparat eine Reihe (12) Glühlämpchen, die eine Reihe von Nervenendigungen in der Schnecke vertreten sollen. Die in der Figur sichtbare eiserne Scheibe, die vermittelst einer Schraube ohne Ende langsam gedreht werden kann, enthält an der Peripherie eine Curve, die zusammengesetzt ist aus zwei ein Nonenintervall (4 : 9) bildenden Sinusschwingungen. Da die Scheibe leicht auswechselbar ist, so kann jedoch auch jede beliebige anders zusammengesetzte Curve angewandt werden. Der die Wellenzerlegung bewirkende Mechanismus besteht aus zwölf beweglichen Holzrahmen (entsprechend den zwölf Lämpchen), von denen jeder einen eigenthümlich gebauten Schleifkontakt trägt.

Die Holzrahmen, die durch Drehung der Curvenscheibe bewegt werden, sind so eingerichtet, dafs eine **k l e i n e** (positive

[1] Der Apparat befindet sich im Psychologischen Seminar zu Berlin und kann dort in Augenschein genommen werden.

oder negative) Steigung der Curve nur den bezw. die ersten Rahmen in (positive oder negative) Bewegung versetzt und damit ein Erglühen oder Erlöschen der zugehörigen Lämpchen veranlafst. Je gröfser die Steigung der Curve ist, um so gröfser ist auch die Zahl der bewegten Rahmen und damit der zum Erglühen bezw. Erlöschen gebrachten Lämpchen. Dies entspricht insofern der Bewegung der Basilarmembran, als durch eine kleine Hin- und Herbewegung des Steigbügels nur der am Anfange gelegene Theil der Basilarmembran in Bewegung versetzt und so auf die hier lagernden Nervenendigungen ein Reiz ausgeübt wird, während durch gröfsere Hin- und Herbewegungen des Steigbügels auch weiter nach der Schneckenspitze hin gelegene Theile der Basilarmembran bewegt werden.

Dreht man nun die Scheibe mit der Curve (4 : 9) einmal herum, so sieht man die ersten Lämpchen neunmal, die weiter folgenden viermal und die letzten einmal erglühen, entsprechend den drei Tönen, die bei Einwirkung einer solchen Luftwelle auf das Gehörorgan thatsächlich gehört werden. Man kann also auf diese Weise auch dem, der nicht näher in die Theorie eingeweiht ist, die Möglichkeit einer den wirklichen Tonempfindungen entsprechenden Zerlegung des physikalischen Schwingungsvorganges anschaulich zeigen, was der Zweck des Apparates ist.

Anhang II.

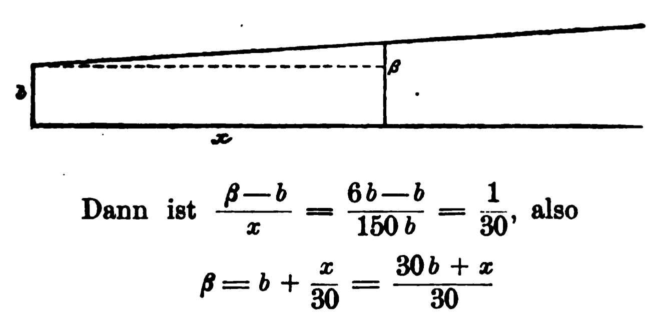
Erweiterung der Theorie des Hörens.[1]

In der obigen Darstellung der Theorie war vorausgesetzt worden, dafs die Nervenendigungen in gleicher Dichtigkeit der Länge nach über die Basilarmembran ausgebreitet seien, und dafs die von einer Querfaser der Membran bei der Einwirkung einer Tonschwingung beschriebene Fläche am Anfange der Schnecke ebenso grofs sei wie an der Spitze der Schnecke und

[1] Die folgende Ableitung geht nicht etwa von einer der Theorie hinzugefügten Hilfshypothese aus, sondern ist eine Berücksichtigung der thatsächlichen, wenn auch noch nicht mit grofser Genauigkeit und Zuverlässigkeit festgestellten anatomischen Befunde.

an jeder anderen Stelle der Membran. Diese letztere Voraussetzung entspricht, wie schon früher erwähnt wurde, zweifellos nicht der Wirklichkeit, da die Membran an Breite nach der Schneckenspitze hin beträchtlich zunimmt. Im Folgenden wird nun dargestellt, welche Wirkung die verschiedene Breite der Membran der neuen Theorie zufolge auf die Intensität der Töne haben muſs.

Wir wollen voraussetzen, die Basilarmembran nehme vom Anfange bis zur Schneckenspitze gleichmäſsig um so viel zu, daſs die gröſste Breite sechsmal so groſs ist als die geringste. Letztere sei gleich b. Die Länge der Membran sei gleich $150\,b$. Diese Annahmen dürften nach den bisherigen Messungen der Membran einigermaſsen mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmen. Die Entfernung einer beliebigen Stelle der Membran vom Anfange sei x, die Breite der Membran an diesem Punkte β.



Dann ist $\frac{\beta - b}{x} = \frac{6b - b}{150\,b} = \frac{1}{30}$, also

$$\beta = b + \frac{x}{30} = \frac{30\,b + x}{30}$$

Die von einer Querfaser der Membran bei der Bewegung aus der Ruhelage bis zur maximalen Ausbuchtung beschriebene Fläche sei am Anfange der Membran q, an einer beliebigen Stelle $\varkappa$. Machen wir über das Verhältniſs von q und $\varkappa$ die einfachste Annahme, daſs nämlich diese Flächen ähnlich sind, so ist:

$$\frac{\varkappa}{q} = \frac{\beta^2}{b^2} = \frac{(30\,b + x)^2}{900\,b^2}$$

Die von einem ausgebuchteten Theile der Membran aufgenommene Flüssigkeitsmenge f ist:

$$f = \int_{x_1}^{x_2} \varkappa \, dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{q}{900\,b^2} (30\,b + x)^2 \, dx =$$

$$= \frac{q}{2700\,b^3} \left[(30\,b + x_2)^3 - (30\,b + x_1)^3\right]$$

Die gesammte in der Ausbuchtung der ganzen Membran Platz findende Flüssigkeitsmenge F erhalten wir, wenn wir $x_1 = 0$, $x_2 = 150\,b$ setzen:

$$F = \frac{q}{2700\,b^2}\left[(180\,b)^3 - (30\,b)^3\right] = 2150\,bq$$

Wir wollen nun berechnen, wie weit die Membran vom Anfange an sich ausbuchten mufs, um die Flüssigkeitsmenge $50\,bq$ aufzunehmen. Dann ist $x_1 = 0$, x_2 die zu berechnende Unbekannte.

$$50\,bq = \frac{q}{2700\,b^2}\left[(30\,b + x)^3 - 27000\,b^3\right]$$

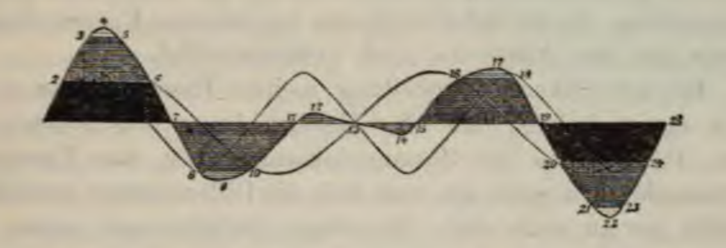
$$x = 24{,}514\,b$$

Auf dieselbe Weise können wir berechnen, wie weit die Membran vom Anfange an sich ausbuchten mufs, um die Flüssigkeitsmengen 100 bq, 150 bq, 200 bq u. s. w. aufzunehmen. Die folgende Tabelle zeigt uns die Ergebnisse der Rechnung. Links stehen die Flüssigkeitsmengen als Vielfache der willkürlich angenommenen Einheitsmenge 50 bq, rechts die zugehörigen Werthe von x als Vielfache von b.

f	x	f	x	f	x	f	x	f	x
1	24,51	11	84,78	21	111,98	31	131,50	41	147,18
2	36,72	12	88,10	22	114,18	32	133,20	42	148,60
3	45,60	13	91,24	23	116,31	33	134,88	43	150,00
4	52,77	14	94,22	24	118,38	34	136,51		
5	58,88	15	97,07	25	120,40	35	138,12		
6	64,24	16	99,80	26	122,36	36	139,70		
7	69,06	17	102,42	27	124,28	37	141,25		
8	73,45	18	104,94	28	126,14	38	142,77		
9	77,49	19	107,37	29	127,97	39	144,26		
10	81,25	20	109,71	30	129,75	40	145,73		

Ich will nun an einem Beispiel zeigen, wie obige Tabelle bei den theoretischen Intensitätsbestimmungen zusammengesetzter Klänge zu verwerthen ist. Von der durch den Steigbügel eines Ohres verdrängten Flüssigkeitsmenge kann angenommen werden, dafs sie der Entfernung des Steigbügels aus seiner Ruhelage proportional sei. Nun mache der Steigbügel eine periodische

Schwingung, die zusammengesetzt sein soll aus den Sinusschwingungen des Quintenintervalls in gleichen Amplituden.



Um in diesem Falle ein Bild von der Bewegung der Basilarmembran zu erhalten, müssen wir zunächst die Schwingungscurve nach den früher entwickelten Regeln zerlegen. Wir erhalten dann für die drei hörbaren Töne 3, 2 und 1 drei Amplitudentheile, die sich ungefähr verhalten wie 2 : 9 : 8. Diese Theile bedeuten jedoch der wachsenden Membranbreite wegen nicht auf einander folgende Längen der Basilarmembran, sondern auf einander folgende Flüssigkeitsmengen. Die zu diesen Flüssigkeitsmengen gehörigen Membranlängen bestimmen wir nun aus der Tabelle auf folgende Weise.

Wenn wir als Flüssigkeitseinheit 50 *bq* annehmen, so erhalten wir als die zur Erzeugung des Tones 3 dienende Membranlänge 36,7 (da $x = 36{,}7$ für $f = 2$). Gehen wir um 9 Flüssigkeitsmengen weiter, so erhalten wir $x = 84{,}8$, als Membranlänge für den Ton 2 also $84{,}8 - 36{,}7 = 48{,}1$. Gehen wir nun um 8 Flüssigkeitsmengen weiter, so erhalten wir $x = 107{,}4$, als Membranlänge für den Ton 1 also $107{,}4 - 84{,}8 = 22{,}6$. Die zur Erzeugung der Töne 3, 2 und 1 dienenden Membranlängen verhalten sich daher ungefähr wie 37 : 48 : 23.

Wenn wir als Flüssigkeitseinheit 100 *bq* annehmen, d. h. wenn wir die physikalischen Töne auf das Ohr in demselben Stärkeverhältniſs, aber mit verdoppelter Amplitude einwirken lassen, so erhalten wir als Membranlängen für die drei Töne 3, 2 und 1 bezw. 52,8, $114{,}2 - 52{,}8 = 61{,}4$, $142{,}8 - 114{,}2 = 28{,}6$. Die zur Erzeugung der Töne 3, 2 und 1 dienenden Membranlängen verhalten sich also in diesem Falle ungefähr wie 53 : 61 : 29.

Das Stärkeverhältniſs der gehörten Töne würde hiernach nicht ganz unabhängig sein von der absoluten Intensität, mit der die Tonschwingungen auf das Ohr einwirken. Vielmehr

wird durch gröſsere absolute Tonintensität die relative Intensität der höheren Töne etwas begünstigt. Doch ist der Unterschied nicht so groſs, daſs man hoffen könnte, ihn durch Beobachtung festzustellen, da die Schwierigkeiten bei feineren Untersuchungen dieser Art dem Anscheine nach unüberwindlich sind.

Bei der früheren Darstellung meiner Theorie dürfte es Anstoſs erregt haben, daſs die Abschwächung des höheren von zwei Primärtönen im Zusammenklange nach der Theorie so auſserordentlich groſs ist, und daſs die Differenztöne verhältniſsmäſsig gar zu stark sind. Die obigen Ausführungen zeigen, daſs dieses auffällige Stärkeverhältniſs durch die Wirkung der verschiedenen Membranbreite derart modifizirt wird, daſs kaum noch Anstoſs daran zu nehmen ist, zumal wenn man bedenkt, daſs die Gröſsenverhältnisse der Membran hier nur der Wahrscheinlichkeit nach angenommen sind, in Wirklichkeit aber noch andere sein können.

Falls die Basilarmembran nicht bei allen Individuen in gleicher Weise gebaut wäre, sondern bei einigen gröſsere, bei anderen geringere Breitenunterschiede aufweisen würde, was keineswegs unwahrscheinlich ist, so würde dies nach der Theorie individuelle Unterschiede des Hörens zur Folge haben. Vor Allem würden Personen, bei denen die Zunahme der Membranbreite nicht so beträchtlich ist, die Differenztöne bei Weitem stärker hören als solche, deren Membran nach der Schneckenspitze zu sich stark verbreitert.

Daſs die Membran gerade am Anfange so sehr schmal ist, bringt unter Anderem den Vortheil mit sich, daſs selbst ein Schall von sehr geringer Schwingungsamplitude noch leicht eine Schallempfindung hervorruft (was ja hinlänglich bekannt), da infolge der geringen Breite der Membran auch bei minimalen Schwingungen des Steigbügels ein nicht unbedeutender Längenabschnitt der Basilarmembran in Bewegung gerathen muſs.

Eine Konsequenz der entwickelten Anschauungen ist, daſs bei der Verstärkung einer einfachen auf das Ohr einwirkenden Tonschwingung die zum Centralorgan fortgepflanzte physiologische Erregung nicht in gleichem, sondern in geringerem Maaſse zunimmt, als die Schwingungsamplitude.

Die vorstehenden Auseinandersetzungen über zusammengesetzte Klänge beschränken sich auf solche Klänge, die von nur zwei physikalischen Komponenten gebildet werden. Wenn

nicht nur zwei, sondern eine gröfsere Zahl Sinusschwingungen erzeugt werden, so gelten natürlich dieselben theoretischen Regeln. Bedenken erregende Schwierigkeiten scheinen mir aus diesen complicirteren Fällen für die Theorie nicht zu entstehen.

Bei vielstimmigen Accorden, wie sie in unserer Orchestermusik ganz gewöhnlich sind, ist zu erwarten, dafs der im Concertsaal stattfindenden Reflexionen wegen nicht alle Töne gleich stark auf beide Ohren, sondern die einen stärker auf das eine, die andern stärker auf das andere Ohr einwirken. Dies würde nach der Theorie in vielen Fällen zur Folge haben, dass gewisse Töne auf dem einen, gewisse auf dem anderen Ohre unhörbar werden. Da wir aber mit beiden Ohren hören, so kann nur selten ein Ton für unsere Empfindung gänzlich verloren gehen, da es nicht wahrscheinlich ist, dass häufig derselbe Ton für beide Ohren verschwindet.

Für den Genuss vielstimmiger Musik dürfte daher die Existenz von zwei Gehörorganen nicht ohne Bedeutung sein. Man kann sich leicht durch Beobachtung davon überzeugen, wenn man beim Hören von Musik das eine Ohr mit dem Finger verschliefst. Die Accorde werden dann nicht nur schwächer, sondern verlieren auch im Allgemeinen erheblich an Klangfülle, was kaum anders erklärt werden kann als dadurch, dass einzelne Töne bei einohrigem Hören stark geschwächt oder ganz unhörbar sind.

Durch den Umstand, dafs die Schnecke so klein ist gegen die Wellenlänge der akustischen Reize, steht unser Gehörorgan in mancher Hinsicht zurück hinter dem Auge, da die Wellenlänge der optischen Reize verschwindend klein ist gegen die Dimensionen der Netzhaut. Dieser Nachtheil wird nur dadurch einigermafsen ausgeglichen, dafs die Entfernung unserer beiden Gehörorgane von einander einen ziemlich grofsen Bruchtheil der Wellenlänge der häufiger vorkommenden akustischen Reize darstellt.

Ueber die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen

nebst einigen Bemerkungen über die Methode der Minimaländerungen.

Von

Max Meyer.

I. Die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen.

Die Ermittelung der Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für kleine Tonhöhenunterschiede kann nach verschiedenen Richtungen hin von Interesse werden. Die physiologische Theorie des Hörens wird immer damit zu rechnen haben, sei es, dass man die Zahl der unterscheidbaren Töne mit der Zahl der Fasern im Gehörorgan vergleicht, die nach Helmholtz durch Töne in Mitschwingung versetzt werden, sei es, dass man in anderer Weise Verifikationen oder Erläuterungen der aufgestellten Hypothesen daraus herleitet. Für die psychologische Theorie der Tonwahrnehmungen ist es nicht ohne Bedeutung, die Feinheit des Urtheils über Tonhöhenunterschiede mit der über die Reinheit von Intervallen zu vergleichen. Den Psychophysikern endlich waren diese Untersuchungen längere Zeit darum wichtig, weil es galt, das Weber-Fechner'sche Gesetz der Konstanz der relativen Unterschiedsempfindlichkeit auf dem Gebiete der Tonhöhen zu prüfen, wo es von seinen Urhebern als zweifellos gültig hingestellt worden war. Dieses Gesetz ist nun mehr und mehr wankend geworden. Aber die zu seiner Prüfung angewandten „psychophysischen Maassmethoden" haben als bestimmte Fragestellungen über das Verhältniss der Sinnesempfindungen zu einander eine selbstständige Bedeutung gewonnen.

Wenn es sich um kleinste, eben merkliche Empfindungsunterschiede handelt, kann entweder gefragt werden, ob ein Unterschied in bestimmter Hinsicht überhaupt bemerkt wird (Methode der eben merklichen Unterschiede oder der Minimaländerungen), oder ausserdem noch, in welcher Richtung der Unterschied liegt, hier also, ob der zweite Ton höher oder tiefer ist (Methode der richtigen und falschen Fälle). Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse sind vermittelst der zweiten Methode gewonnen. Die Nachtheile der ersteren gegenüber der zweiten werden nach dem Bericht über die sachlichen Ergebnisse dargelegt werden.

Hauptversuchsperson war Professor Stumpf. Die Versuche mit dem Tone 600 wurden ausserdem noch mit einer Anzahl anderer, sämmtlich hervorragend musikalischer Personen gemacht. Dass die Versuchspersonen musikalisch waren, bedarf kaum der Rechtfertigung. Solche Personen bringen bereits eine erhebliche Uebung mit, die andere im Verlauf der Versuche sich erst erwerben müssen, und man darf zugleich bei Musikalischen eine grössere Fähigkeit der Vertiefung, der Konzentration und des dauernden Interesses an so langwierigen Versuchsreihen über feinste Unterschiede im Tongebiet voraussetzen — auch hier natürlich nur dann, wenn zugleich Interesse und Begabung in allgemein wissenschaftlicher Hinsicht mit den musikalischen Fähigkeiten verknüpft ist.

Zur Tonerzeugung wurden Stimmgabeln benutzt. Die Tonhöhenänderung der Gabeln wurde nicht durch Verschiebung von Laufgewichten bewirkt, da es darauf ankam, die Gabeln auf die angewandten Verstimmungen möglichst genau einzustellen. Die eine Zinke jeder veränderlichen Gabel wurde — je nach der Grösse der Gabel — 1,5 bis 3,5 cm tief angebohrt und eine entsprechend lange, durch eine Gegenmutter feststellbare Stahlschraube eingesetzt, die bei der Gabel 1200 hohl, bei den übrigen massiv war und bei 100 einen schweren, bei 200 einen etwas leichteren Messingkopf als Belastung trug. Durch Einstellung der Schraube auf einen bestimmten Punkt liess sich die jedesmal gewünschte Tonhöhe ohne grosse Mühe mit hinreichender Genauigkeit herstellen.

Um den Nullpunkt zu bestimmen, darf man sich nicht mit dem Fortfall bemerkbarer Schwebungen begnügen, sondern muss auch um gleichviel (etwa 3 Windungen der Schraube) nach der

Höhe und nach der Tiefe zu verstimmen, wo dann die Schwebungen gleich schnell sein müssen. Man kann so den Nullpunkt recht gut feststellen. Doch ist die zweite Dezimale im Allgemeinen bereits mit einem Fehler behaftet. Ich habe mich daher auch mit Bestimmung zweier Dezimalstellen begnügt. Wie SCHISCHMANOW [1] die Angabe einer dritten Dezimale rechtfertigen kann, sehe ich nicht recht ein. LUFT [2] hat bei seinen Versuchen sich mit der Bestimmung zweier Dezimalstellen begnügt, wie aus seiner ersten Tabelle der Rohversuche hervorgeht. Die Mittelwerthe aus diesen ursprünglichen Zahlen berechnet er jedoch bis auf die dritte Dezimale, was ich nicht billigen kann, da es doch nur den Schein einer Genauigkeit erweckt, die in Wirklichkeit nicht besteht. Ich gebe daher später LUFT's Ergebnisse zweistellig wieder.

Je kleiner die Gabeln sind, um so empfindlicher zeigen sie sich gegen Temperaturwechsel. Es wurde daher namentlich bei den höheren Gabeln vermieden, sie mit der warmen Hand direkt zu berühren.

Die Gabeln 400, 600 und 1200 waren auf ihren Resonanzkästen befestigt und wurden, um möglichst gleich starke Töne zu erzielen, durch Federkraft vermittelst hölzerner Hämmer angeschlagen, die bei den Gabeln 400 und 600 mit Gummi, bei 1200 mit Tuch bekleidet waren. Die Gabeln 100 und 200 wurden durch kräftiges Aufschlagen auf die Tischplatte bezw. eine Tuchunterlage in Schwingung versetzt und dann vor die Oeffnung des betreffenden Resonanzkastens gehalten, aus dem ein etwa 2 m langer Schlauch zum Ohre des Beobachters führte. Die Intensitäten habe ich bei diesem Verfahren dadurch gleich zu machen gesucht, dass ich die schwingenden Gabeln bald mehr, bald weniger nahe an die Oeffnung des Resonanzkastens brachte, je nachdem es mir bei gleichzeitiger aufmerksamer Beobachtung der Intensitäten erforderlich schien. Man erlangt hierin bald ziemliche Uebung.

Jeder Einzelversuch wurde dreimal, und wenn einer der Beobachter es wünschte, noch öfter wiederholt, bevor das Urtheil „zweiter Ton höher“ oder „zweiter Ton tiefer“ abgegeben wurde.

---

[1] WUNDT's Philosophische Studien, Bd. 5.

[2] WUNDT's Studien, Bd. 4.

Man erreicht hierdurch, dass nicht nur im Gesammtergebniss, sondern vielfach schon in einem Einzelfalle kleine Unregelmässigkeiten des Anschlaggeräusches, der Intensität der zu vergleichenden Töne sowie der zwischen der Beobachtung dieser beiden Töne liegenden Zwischenzeit sich ausgleichen. Die Beobachter selbst kontrollirten insbesondere auch die Gleichheit der Intensität und liessen jedes Mal, wenn diese nicht völlig erreicht schien, den Versuch nochmals wiederholen. Ebenso bei Schwankungen der Aufmerksamkeit, soweit sie ihnen selbst zum Bewusstsein kamen. Daher ist das Ergebniss als das einer möglichst maximalen, nicht etwa durchschnittlichen Aufmerksamkeit entsprechende anzusehen.

Bei den Tönen 400, 600 und 1200 gingen die Versuche in folgender Weise vor sich. Die Federn der Hämmer wurden gespannt, die Normalgabel angeschlagen und nach kurzer Zeit gedämpft, dann die Vergleichsgabel angeschlagen und nach gleicher oder ein wenig längerer Zeit gedämpft. Hierauf wurden wieder die Federn gespannt u. s. w. Durch letztere Manipulation entstand zwischen den wiederholten Einzelversuchen eine kleine Pause. Bei 100 war diese Pause etwas kürzer, da das Anschlagen der beiden Gabeln nicht ganz so viel Zeit erforderte, als das Spannen der Federn. Bei 200 war diese Zwischenpause ebenso lang als die Pause zwischen dem Normal- und dem Vergleichston. Da nämlich diese beiden Gabeln nach einmaligem Anschlag sehr lange kräftig in Schwingung blieben, so konnten drei Einzelversuche hinter einander gemacht werden, ohne dass die Gabeln inzwischen angeschlagen zu werden brauchten. (Eine geringe Abnahme der Schwingungsintensität wurde, soweit es nöthig war, durch grössere Annäherung an die Oeffnung des Resonanzkastens ausgeglichen). Da es nun möglicher Weise die Zuverlässigkeit des Urtheils begünstigt, wenn bald, nachdem etwa der zweite Ton für höher gehalten worden ist, wieder geprüft werden kann, ob der erste wirklich tiefer ist, so könnte vielleicht das Ergebniss für den Ton 200, weniger das für den Ton 100, um ein geringes besser ausgefallen sein, als es im Vergleich zu den übrigen Tönen in Wirklichkeit sein dürfte.

Zu bemerken ist noch, dass der Ton der Normalgabel bei jedem Einzelversuche vor dem veränderlichen der Vergleichsgabel angegeben wurde.

Kollektivversuche für den Ton 600.

Verstimmung	Horneffer			Hutzelmann			Kohlrausch			Lange			Laurischkus			Loewenfeld			Summe			Prozent		
	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.	r.	f.	z.
— 1,14	—	—	—	14	1	1	4	0	0	13	2	1	7	1	1	8	1	0	46	5	3	85	9	6
— 0,62	—	—	—	19	3	0	9	4	2	16	2	4	7	2	0	11	3	0	62	14	6	76	17	7
— 0,37	5	4	1	9	3	1	6	4	2	3	1	6	—	—	—	7	4	4	30	16	14	50	27	23
+ 0,37	6	1	2	10	3	0	6	3	3	8	0	1	—	—	—	10	2	2	40	9	8	70	16	14
+ 0,63	—	—	—	19	3	0	7	7	1	11	4	7	7	0	2	11	1	2	55	15	12	67	18	15
+ 1,05	—	—	—	14	1	1	2	0	2	14	1	1	8	0	1	8	0	1	46	2	6	85	4	11

Urtheile von Prof. Stumpf für die Töne 100, 200, 400, 600, 1200.

100	r.	f.	200	r.	f.	400	r.	f.	600	r.	f.	1200	r.	f.
— 0,69	28	5	— 0,63	32	1	— 0,61	30	3	— 0,62	26	3	— 0,71	25	10
— 0,38	22	11	— 0,38	28	5	— 0,34	24	9	— 0,37	31	6	— 0,35	25	10
+ 0,39	25	8	+ 0,37	27	6	+ 0,34	29	4	+ 0,37	31	6	+ 0,35	22	13
+ 0,69	21	12	+ 0,63	28	5	+ 0,61	31	2	+ 0,63	27	3	+ 0,71	24	11

In den Tabellen bedeutet —, dass der zweite, also der Ton der veränderlichen Gabel, tiefer als der erste, der der Normalgabel, war; + bedeutet, dass der zweite Ton höher war. Es wurden sowohl nach der Tiefe, wie nach der Höhe zu zwei Verstimmungen von etwa 0,35 und 0,65 Schwingungen angewandt. Die kleinen Abweichungen von diesen Zahlen erklären sich daraus, dass die benutzten Verstimmungen bei den einzelnen Gabeln leicht hergestellt werden konnten, weil sie gerade einem ganzzahligen Vielfachen einer Schraubenwindung entsprachen. Aus demselben Grunde stimmt auch die dritte, nur bei den Kollektivversuchen angewandte Verstimmung nach der Höhe und nach der Tiefe zu nicht ganz überein.

Die einzelnen Personen bei den Kollektivversuchen zeigen, wie man aus der Tabelle sieht, zwar nicht genau die gleiche Unterschiedsempfindlichkeit (wobei man auch die ziemlich kleinen Zahlen in Betracht ziehen muss), aber auch nicht besonders auffällige Verschiedenheiten. Die Summe giebt uns einen Ueberblick über die durchschnittliche Empfindlichkeit musikalischer Personen.

Luft meinte aus seinen Versuchen schliessen zu können, dass das Urtheil vielleicht etwas sicherer sei, wenn der zweite Ton höher sei. Ich habe das nicht bestätigt gefunden. Die meisten Versuchspersonen erklärten, sich in beiden Fällen gleich zu verhalten, einige dagegen, dass es ihnen leichter erscheine zu urtheilen, wenn der zweite Ton tiefer sei. Sehen wir uns nun die Tabelle darauf hin an.

In den Kollektivversuchen ist bei der grössten Verstimmung kein bemerkenswerther Unterschied ersichtlich, bei der kleineren Verstimmung ist Vertiefung ein wenig besser beurtheilt worden als Erhöhung, bei der kleinsten Verstimmung Erhöhung etwas besser als Vertiefung. Im Ganzen zeigt sich also kaum ein Vorzug der Verstimmung nach einer von beiden Seiten.

In Stumpf's Urtheilen ist bei 600 die Sicherheit nach beiden Seiten hin gleich; bei 100, 200 und 1200 hat Vertiefung einen geringen Vorzug, bei 400 ist Erhöhung besser beurtheilt worden. Man wird unter diesen Umständen wohl annehmen müssen, dass es für die Sicherheit des Urtheils im Allgemeinen gleichgültig ist, ob der zu beurtheilende Ton höher oder tiefer als der Normalton ist.

Diese Annahme berechtigt uns dazu, die Urtheile über

gleichviel (oder nahezu gleichviel) nach der Höhe und nach dei Tiefe zu verstimmte Töne zusammenzurechnen. Man erhält so aus den Kollektivversuchen und den Versuchen STUMPF's mit dem Tone 600 folgende Prozentzahlen:

Verstimmung	Kollektivversuche			STUMPF	
600 ±	r.	f.	z.	r.	f.
0,37	60	21	19	84	16
0,63	71	18	11	90	10
1,10	85	6	9	—	—

Dass die Urtheile STUMPF's eine so erheblich grössere Sicherheit aufweisen, ist sowohl eine Folge der grösseren Uebung als auch des Umstandes, dass die Töne zweier Tonquellen in Folge der Reflexionen an den Wänden öfters für den Beobachter ein verschiedenes Stärkeverhältniss haben, auch wenn sie für den Experimentator gleich sind, was bei STUMPF's Urtheilen nur in geringem Maasse störend wirkte, da hier die Differenz durch den Experimentator oder durch Platzwechsel des Beobachters leichter ausgeglichen werden konnte, während bei mehreren Beobachtern die Schwierigkeit entsteht, dass der eine den einen, der andere den anderen Ton verstärkt wünscht. So erklärt sich die grössere Fehlerzahl bei den Kollektivversuchen und theilweise vielleicht auch die Abgabe von zweifelhaften Urtheilen.

Aus der Tabelle von Prof. STUMPF's Urtheilen erhält man für die beiden (als mittlere Werthe angegebenen) Verstimmungen folgende Prozentzahlen richtiger Fälle:

Verstimmung	100	200	400	600	1200
0,35	71	83	80	84	67
0,65	74	91	92	90	70

Man sieht daraus, dass eine Tonhöhenverschiedenheit von ungefähr gleichen Schwingungszahldfferenzen bei den Tönen 200, 400 und 600 mit gleicher, bei 100 und 1200 mit geringerer, aber ebenfalls

ziemlich gleicher Sicherheit erkannt wird. Die Differenzen in diesen Fällen sind so klein, dass sie als zufällig betrachtet werden können. Dass die Sicherheit des Urtheils bei noch höheren und noch tieferen Tönen weiterhin abnimmt, erscheint selbstverständlich.

Ein Uebungseinfluss machte sich in der Weise geltend, dass die falschen Fälle gegen das Ende der mit einem einzelnen Tone angestellten Versuche stets stark abnahmen, sodass in mittlerer Lage zuletzt fast völlige Sicherheit eintrat.

Luft kam bei seinen Versuchen zu folgendem Ergebniss:

Schwingungszahl	64	128	256	512	1024	2048
Unterschiedsschwelle	0,15	0,16	0,23	0,25	0,22	0,36

Diese Tabelle stimmt mit der vorhergehenden insofern gut überein, als die Empfindlichkeit für gleiche Schwingungszahldifferenzen innerhalb des mittleren Tonbereichs ziemlich unabhängig von der Tonhöhe ist. Nur dass die Unterschiedsschwelle nach Luft bei 64 kleiner als in mittlerer Lage ist, lässt sich nicht mit unserem Ergebniss vereinigen und dürfte eine Folge der Mängel von Luft's Methode sein, die wir demnächst noch kritisch beleuchten werden.

II. Kann man einen Unterschied der Tonhöhe bemerken, ohne zu erkennen, welcher Ton der höhere ist?

Einige Beobachter machten die Aussage, sie pflegten zuerst die Verschiedenheit der beiden vorgelegten Töne zu bemerken und dann festzustellen, welcher Ton der höhere sei.

Nun ist es gewiss möglich, zwei Töne als verschieden zu beurtheilen, ohne darüber Auskunft geben zu können, worin die Verschiedenheit besteht. Der eine Ton kann etwas stärker sein, er kann eine andere Klangfarbe haben, ihm können irgendwelche Geräusche beigemischt sein, er kann eine andere Höhe haben und dergl. mehr. In solchen Fällen kann wohl Jemand die Verschiedenheit bemerken, ohne über ihre besondere Art vor einer genauen Analyse Rechenschaft ablegen zu können. Auch dies ist nicht ganz undenkbar, dass Jemand bereits bemerkt hat, dieser Ton ist höher als jener, dass er aber noch vor der Urtheilsabgabe die Richtung bereits wieder vergessen hat und sich nur noch bewusst ist, eine Tonhöhenverschiedenheit überhaupt

bemerkt zu haben. Anders aber ist es, wenn jemand eine Tonhöhenverschiedenheit im Allgemeinen erkannt haben will, bevor er bemerkt hat, welcher der beiden Töne höher ist. Dass eine erkannte Verschiedenheit in der That eine Tonhöhen- und keine andere Verschiedenheit sei, dafür giebt es meines Erachtens kein anderes Kriterium, als dass man eben erkannt hat, dieser Ton ist höher als jener. Habe ich letzteres nicht erkannt, so weiss ich nicht, mit welchem Rechte ich behaupten kann, die von mir erkannte Verschiedenheit der Töne sei eine Höhenverschiedenheit, es sei denn, dass Jemand bestimmte Arten einer bisher unbekannten „Verschiedenheitsempfindung" annehmen wollte, durch die wir zu einem derartigen Urtheile gelangten. Analoge Fälle aus anderen Sinnesgebieten werden dies noch klarer machen. Wenn ich zwei graue Scheiben am Farbenkreisel als verschieden erkannt habe, so kann ich nur dann mit Recht diese Verschiedenheit als eine solche der Helligkeit bezeichnen, wenn ich die eine als heller, die andere als dunkler erkannt habe. Anderenfalls kann ich nicht wissen, ob mein Verschiedenheitsurtheil nicht durch etwas Anderes als die Helligkeit, z. B. durch eine farbige Tönung der einen Scheibe hervorgerufen ist. Oder wenn ich zwei Flüssigkeiten beim Trinken für verschieden warm erkläre, so muss ich die eine als wärmer, die andere als kälter erkannt haben; anderenfalls kann ich nicht behaupten, dass mein Urtheil in der That durch die Verschiedenheit der Temperatur hervorgerufen ist.

Nun sind Verschiedenheiten von Nebenumständen niemals vollkommen auszuschliessen. Die Stärke des Anschlags ist selbst bei mechanischem Anschlag nie mit absoluter Genauigkeit dieselbe. Das Anschlaggeräusch kann etwas variirt haben und dergleichen. Solches mag bei den Beobachtern ein Urtheil auf Verschiedenheit hevorgerufen haben, die dann fälschlich als eine Tonhöhenverschiedenheit aufgefasst worden ist. Anders vermag ich mir die erwähnten Aussagen nicht zu erklären.

Auf analoge Weise kann man derartige Aussagen bei Versuchen über Reinheit musikalischer Intervalle deuten. Auch hierbei behaupteten einige Beobachter früher die Unreinheit des Intervalls bemerkt zu haben, als die Richtung der Verstimmung, d. h. ob das Intervall zu gross oder zu klein war. Bei den Intervallen könnten solche Urtheile vielleicht auf folgende Weise

zu Stande kommen. Es wäre möglich, dass mit dem Hören eines reinen Intervalls ein Lust-, mit dem eines unreinen ein Unlustgefühl verknüpft wäre, und dass auf diese Weise ein indirektes Urtheil über Reinheit oder Verstimmung zu Stande käme. In der Regel dürfte freilich bei Intervallen das Urtheil auf Verstimmung erst dadurch entstehen, dass das Intervall als zu gross oder als zu klein erkannt wird. Hierfür spricht, dass nach den Aussagen der meisten Beobachter das Intervallurtheil so geschieht, dass der Beobachter sich den zweiten Ton zunächst vorstellt und dann beurtheilt, ob der wirklich gehörte höher oder tiefer als der vorgestellte ist. Um diese Vorstellung zu Stande kommen zu lassen, muss man stets zwischen den beiden vorgelegten Intervalltönen etwa eine Sekunde Pause machen. Thut man dies nicht, so wird das Urtheil erschwert. Doch mag — namentlich beim Zusammenklange der Intervalltöne — das Urtheil häufig auch durch ein Unlustgefühl mitbestimmt werden. Ein Unlustgefühl kann aber auch durch unvermeidliche störende Nebenumstände hervorgerufen werden, ohne dass sich der Beobachter ihrer deutlich bewusst zu sein braucht. Er wird dann für die gefühlte Unlust eine — eventuell gar nicht vorhandene — Verstimmung des Intervalls verantwortlich zu machen geneigt sein, bevor er noch hat entscheiden können, ob es zu gross oder zu klein sei.

III. Die Methode der Minimaländerungen.

Ehe ich die vorstehend beschriebenen Versuche über die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen sowie andere über die Empfindlichkeit für Verstimmungen der musikalischen Intervalle nach der Methode der richtigen und falschen Fälle anstellte, versuchte ich es mit der von WUNDT vielfach empfohlenen und von LUFT[1] und SCHISCHMANOW[2] zu gleichen bezw. ähnlichen Zwecken in Anwendung gebrachten Methode der Minimaländerungen (der eben merklichen Unterschiede). Ich musste diese Methode jedoch aufgeben, da sie — bei ihrer Anwendung auf Tonqualitäten wenigstens — gar zu viele Fehlerquellen enthält

---

[1] WUNDT's Philosophische Studien, Bd. 4, S. 511 ff.
[2] WUNDT's Studien, Bd. 5, S. 558 ff.

und an Brauchbarkeit, wie ich mich überzeugte, von der Methode der richtigen und falschen Fälle entschieden übertroffen wird.

Von vorn herein scheint der Vorzug der Methode der Minimaländerungen darin zu bestehen, dass man mit geringerer Mühe, weil mit einer kleineren Zahl von Einzelbeobachtungen zum Ziele gelangt, als bei der Methode der richtigen und falschen Fälle. Dieser Vorzug der Methode der Minimaländerungen besteht jedoch in Wirklichkeit nicht. Man kann sich, wenn man nicht auf Eleganz, sondern nur auf Brauchbarkeit der Tabellen sieht, bei der Anwendung richtiger und falscher Fälle mit einer ziemlich kleinen Zahl von Einzelbeobachtungen begnügen, die durchaus nicht grösser ist, als die für die Methode der Minimaländerungen erforderliche, falls man diese so in Anwendung bringt, dass sie überhaupt den Namen einer wissenschaftlichen Methode verdient.[1]

Wenn wir das Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit in verschiedenen Tonlagen feststellen wollen, so müssen wir die Wahrscheinlichkeit haben, dass die vermittelst der angewandten Methode für verschiedene Tonlagen gewonnenen Zahlen möglichst rein die Wirkung derjenigen Empfindungsunterschiede darstellen, deren Beurtheilung wir uns als Zweck gesetzt haben, in unserem Falle also die Wirkung der Tonhöhenunterschiede, und dass andere Momente, die das Urtheil beeinflussen könnten, entweder überhaupt nicht vorhanden sind oder doch in den verschiedenen Tonlagen in gleicher Weise zur Wirkung kommen, so dass die Vergleichbarkeit der Zahlen nicht beeinträchtigt wird. Diese Bedingung nun scheint mir bei der Methode der Minimaländerungen keineswegs erfüllt zu sein.

Bei LUFT's Versuchen wurde vom Nullpunkte ausgegangen. Vor der Versuchsreihe wurde dem Beobachter gesagt, ob die Vergleichsgabel tiefer oder höher gestimmt werde. Der Beobachter hatte dann anzugeben, wann er eine Verschiedenheit der Töne bemerkte. Wie wir nun im vorigen Abschnitte sahen, behaupten manche Beobachter früher zu bemerken, ob die Töne verschieden sind, als, welcher höher und welcher tiefer ist; und dies bei der Fragestellung: „welcher Ton höher?“. Wir

[1] Zu derselben Ansicht gelangt auch V. HENRI in seinem soeben erschienenen Buch: Ueber die Raumwahrnehmung des Tastsinnes, Berlin, 1898, S. 9—12.

überzeugten uns, dass dieses Urtheil auf „verschieden", bevor der Höhenunterschied wirklich erkannt ist, durch kleine Verschiedenheiten von anderer Art als Höhenunterschiede hervorgetrieben sein müsse, welche Verschiedenheiten dann fälschlich als solche der Tonhöhe aufgefasst werden. Wenn aber von vornherein gesagt wird, dass der Vergleichston höher bezw. tiefer werde, und der Beobachter unter diesen Umständen nur angewiesen wird auszusagen, wann er eine Verschiedenheit der Töne bemerkt habe, so ist jener fälschlichen Beurtheilung andersartiger Verschiedenheiten als Tonhöhenunterschiede Thür und Thor geöffnet. Es ist also wahrscheinlich, dass dann beim Ausgehen vom Gleichheitspunkte das Urtheil auf „verschieden" in vielen Fällen bereits bei einer so geringen Verstimmung abgegeben wird, dass der Höhenunterschied als solcher hierbei noch nicht deutlich bemerkt wird.

Nun ist man vielleicht zu der Annahme geneigt, dass diese Beeinflussung des Urtheils durch andere als Tonhöhen-Unterschiede in verschiedenen Tonlagen sich in gleicher Weise geltend machen wird, falls man in jeder Lage eine grosse Zahl von Versuchsreihen macht. Aber diese Annahme hat doch ihre grossen Bedenken, da bei verschieden hohen Gabeln die das Urtheil beeinflussenden Nebenumstände sehr verschieden zahlreich und wirksam sein können. Z. B. pflegen bei tieferen Gabeln beim Anschlage leichter hohe unharmonische Longitudinaltöne zu entstehen als bei höheren Gabeln. Wenn man aber wirklich glaubt, diese Beeinflussung des Urtheils durch unbeabsichtigte Nebenumstände für alle Tonlagen dadurch gleichmässig gestalten zu können, dass man eine sehr grosse Zahl von Versuchsreihen in jeder Höhenlage macht, so wird die Methode der Minimaländerungen so ungeheuer mühsam, dass ihr jeder, der nicht nur am Schreibtisch mit ihr arbeitet, jede andere Methode vorziehen wird; es sei denn, dass man sich die Sache so leicht macht wie Luft, der nach seiner Angabe jede Reihe aus nur 4 bis 8 Einzelversuchen bestehen liess, worüber ich im Folgenden noch einige Bemerkungen zu machen habe.

Wenn von der Gleichheit zur Verschiedenheit übergegangen wird, so kann durch die erwähnten Nebenumstände das Urtheil auf „verschieden" zu früh hervorgerufen werden. Aus denselben Gründen kann beim Uebergange von objektiver Verschiedenheit zur Gleichheit das Urtheil auf „gleich" zu spät eintreten. Dass

Letzteres wirklich oft geschieht, dafür liegen nun klare Beweise vor. Wie Luft berichtet, wurde beim Uebergange von objektiver Verschiedenheit zur Gleichheit zuweilen noch Verschiedenheit konstatirt, wenn der Gleichheitspunkt bereits überschritten war; der Ton der Vergleichsgabel wurde also beispielsweise noch für zu hoch erklärt, während er schon zu tief war. Wir haben hier den merkwürdigen Fall, dass das Urtheil von Verschiedenheit zu Gleichheit übergeht, während in Wirklichkeit eine Vergrösserung der Verschiedenheit stattfindet. Da ist gar kein Zweifel, dass irgendwelche an sich nicht auffälligen andersartigen als Höhen-Unterschiede der Töne noch das Urtheil „verschieden" hervortrieben, obwohl der objektive Gleichheitspunkt bereits erreicht, ja schon überschritten war. Luft freilich will diese merkwürdigen Urtheile anders erklären: „Unser Bewusstsein scheint eben geneigt, aufeinander folgende qualitativ unmerklich verschiedene Eindrücke einander zu assimiliren und also mit einer gewissen Trägheit an den einmal empfangenen Empfindungen fest zu halten." Diese Erklärung scheint mir insofern ihr Ziel zu verfehlen, als ja die Töne der Vergleichsgabel gar nicht unmittelbar aufeinander folgten, sondern mit den stets gleich bleibenden Tönen der Normalgabel abwechselten. Man sollte also annehmen, dass die Töne der veränderlichen Gabel, sobald sie von dem der Normalgabel qualitativ u n m e r k l i c h verschieden geworden waren, dem gleich bleibenden Tone sich assimilirten, wodurch dann gerade bewirkt werden musste, dass das Urtheil auf „gleich" s t e t s v o r dem objektiven Gleichheitspunkte eintrat. Sollte es aber wirklich so sein, dass die Töne der Normalgabel ohne diese Wirkung blieben und nur die Töne der veränderlichen Gabel sich assimilirten, so wäre damit die Unbrauchbarkeit einer Methode bewiesen, bei der das Festhalten an einmal empfangenen Empfindungen dadurch künstlich genährt wird, dass die einander folgenden Eindrücke (der Vergleichsgabel) stets qualitativ unmerklich verschieden sind.

Bei Luft's Versuchen über die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen wurde nach 4 bis 8 Einzelversuchen stets die Schwelle erreicht. Man kann nun leicht einsehen, dass Luft unter diesen Umständen zu seinen Ergebnissen auch dann gelangt wäre, w e n n d e r B e o b a c h t e r g a r n i c h t a u f d i e H ö h e n u n t e r s c h i e d e g e a c h t e t, s o n d e r n e i n f a c h b e i j e d e m s e c h s t e n o d e r d u r c h s c h n i t t l i c h b e i m s e c h -

sten Male behauptet hätte, einen Unterschied konstatiren zu können. Es besteht, was leicht verständlich ist, eine gewisse Versuchung, nach einer solchen Zahl von Fällen, nach denen — wie die Versuchsperson bei Luft sehr wohl weiss — ungefähr der Schwellenwerth erreicht sein muss, ein darauf bezügliches Urtheil abzugeben. Dass man aber dieser Versuchung erliegt, dazu können jene kleinen Verschiedenheiten der Nebenumstände beitragen, die als solche der Höhe aufgefasst werden. Wenn also die Versuchsperson in der Regel ungefähr beim sechsten Male eine Verschiedenheit konstatirte und Versuchsreihen mit grösseren und solche mit kleineren Stufen ungefähr gleich oft vorkamen, so hätte Luft ziemlich dieselben Schwellenwerthe erhalten müssen, die er thatsächlich erhalten hat.

Sehen wir uns nun die einzige von Luft angegebene Tabelle der Rohversuche an, so finden wir in der That so sehr schwankende Zahlenwerthe, dass es gar keine Schwierigkeit hat, die Ergebnisse auf die Weise zu erklären, dass die Versuchsperson ziemlich regelmässig beim sechsten Versuche das erwartete Urtheil abgegeben hat. Dass ich die Versuchsperson hiermit nicht einer absichtlichen Täuschung beschuldige, brauche ich wohl nicht erst hervorzuheben. Ich will auch durchaus nicht so weit gehen, zu behaupten, dass Luft's Versuche absolut werthlos seien. Selten ist eine Methode so schlecht, dass die Wirklichkeit sich in den vermittelst dieser Methode gewonnenen Ergebnissen nicht irgendwie ausprägte. Aber empfehlenswerth erscheint ein Verfahren doch gewiss nicht, das den Beobachter dazu verführen kann, sich für den fünften oder sechsten Fall einen merklichen Unterschied zu suggeriren. Wie leicht Letzteres möglich ist, zeigen die Aussagen der Versuchspersonen, dass man jeden Ton willkürlich etwas höher oder tiefer hören, die Tonempfindung gewissermaassen in die Höhe oder in die Tiefe treiben könne.

Die Grösse der Schwankungen der ermittelten Differenzen spricht auch nicht zu Gunsten der Methode der Minimaländerungen. Für einen Schwellenwerth von 0,20 beträgt bei Luft die mittlere Variation 0,06, beinahe ein Drittel des Schwellenwerthes. Luft meint, dies habe nicht viel zu sagen, „wenn man bedenkt, dass die einzelnen Grössen nur Bruchtheile einer Schwingung bedeuten, dass sie also selbst einen sehr kleinen Werth ausmachen im Verhältniss zu der Schwingungszahl des Tones, für den sie gefunden sind.“ Leider hat er es versäumt,

diese seine Ansicht näher zu begründen. Ich muss gestehen, dass sie mir unverständlich ist.

Nach alledem möchte ich nun auch eigene Erfahrungen mit der Methode der Minimaländerungen mittheilen. Ich habe sie freilich nicht so angewandt, wie LUFT, der nach 4 bis 8 Stufen stets die Schwelle erreicht sein liess, was der Versuchsperson bekannt war. Bei meinen Versuchen hatte die Versuchsperson keine Ahnung von der Zahl der Stufen, die zum Gleichheitspunkte führten. Dies erschwert freilich die Beurtheilung bedeutend; und wenn LUFT sagt, dass es nach seinem Verfahren dem Beobachter „verhältnissmässig leicht werden musste, den Punkt des Grenzüberganges einigermaassen genau zu bestimmen", so hat er damit gewiss recht, dass es leicht ist, unter so wenigen Fällen einen auszuwählen; aber wie es mit der Genauigkeit steht, sieht man an den Versuchsreihen, in denen sich ein negativer Schwellenwerth herausstellte, und so scheint die Leichtigkeit doch zu theuer bezahlt zu werden. Ferner wurde bei meinen Versuchen nicht vom Nullpunkte ausgegangen, sondern von einer unzweifelhaft bemerkten Verstimmung. Diese wurde immer mehr verringert und ohne Anhalten wurde über den Nullpunkt hinweg nach der anderen Seite übergegangen. Sobald die Versuchsperson 3 bis 4 aufeinander folgende Urtheile auf Verstimmung nach der entgegengesetzten Seite aufgeschrieben hatte, sagte sie es, und die Versuchsreihe wurde abgebrochen. Um die sichere Beurtheilung einer jeden Verstimmungsstufe zu ermöglichen und die Wirkung von augenblicklichen Schwankungen der Aufmerksamkeit auszuschliessen, wurde jede Verstimmung dreimal angegeben, und wenn ein Beobachter es im Einzelfalle wünschte, noch öfter. Die Beobachter wurden angewiesen, nur dann ein Urtheil auf Verstimmung abzugeben, wenn sie eine solche deutlich bemerkt hatten. Die Töne wurden durch schwach angeblasene und daher keine übermässig scharfe Klangfarbe erzeugende Zungen hervorgebracht. Die benutzten Zungen differirten ungefähr um je $^1/_{10}$ Schwingung. In den kürzeren Reihen wurden die Stufen durch Auslassen von Zungen zum Theil grösser als $^1/_{10}$ genommen. Vor diesen Versuchen wurde eine für die folgende Tabelle nicht mitbenutzte Reihe zur Vorübung gemacht.

Unterschiedsempfindlichkeit für 600 Schwingungen.

	Noch für zu tief gehalten	Schon für zu hoch gehalten	Noch für zu hoch gehalten	Schon für zu tief gehalten
Hr.	599,80	600,25	600,25	599,80
	599,60	599,90	600,30	600,20
	600,38	601,01	600,27	600,02
	599,50	600,27	600,39	600,02
Hff.	599,60	600,25	600,50	600,02
	599,60	599,80	600,70	600,40
	600,14	600,88	600,02	599,50
	600,02	600,27	600,50	600,27

Bei diesen Versuchen wurde die Schwelle einmal in 15, ein andermal in 5, ein andermal in noch anderer Zahl Stufen erreicht, worüber der Beobachter vorher ganz im Ungewissen war. Man sollte nun meinen, dass unter diesen Umständen, wenn die Zahl der Einzelversuche, nach denen die Schwelle erreicht wird, den Beobachtern gänzlich unbekannt ist, wenn die Beobachter ferner angewiesen sind, nur dann ein Urtheil auf Verschiedenheit abzugeben, wenn sie eine Verschiedenheit der Tonhöhe deutlich erkannt haben, wenn ihnen endlich, um übereilte Urtheile auszuschliessen, jeder Einzelversuch so oft wiederholt wird, als sie es wünschen, dass es dann unmöglich sein müsse, beim Uebergang von tieferen zu höheren Tönen 600,38 noch als zu tief oder 599,80 schon als zu hoch, beim Uebergange von höheren zu tieferen Tönen 600,40 schon als zu tief deutlich zu erkennen. Und doch geschah dies scheinbar Unmögliche. Aus derartigen Werthen nun das Mittel zu berechnen und dieses als Schwellenwerth zu definiren, kann wohl kaum als ein berechtigtes wissenschaftliches Verfahren gelten.

Man könnte vielleicht für die Seltsamkeit der Ergebnisse den Umstand verantwortlich machen, dass Zungen, selbst wenn sie sehr schwach angeblasen werden, doch starke Ungleichheiten in der Klangfarbe zeigen. Es gehört ganz ausserordentliche

Uebung dazu, sich nicht verleiten zu lassen, Töne von gleicher Höhe für höher zu erklären, wenn die Klangfarbe scharf, für tiefer, wenn sie milde ist. Die beiden Beobachter besassen hierin keine Uebung und waren — bei durchaus normalem Gehör — nicht besonders musikalisch. Es ist möglich, dass die Methode der Minimaländerungen sich bei Versuchspersonen besser bewährt, die durch langjährige Uebung gelernt haben sich dem Einflusse störender Nebenumstände zu entziehen. Aber derartige Versuchspersonen stehen nur ganz ausnahmsweise zu Gebote. Bei LUFT, der nicht mit Zungen, sondern mit Gabeln gearbeitet hat, fallen allerdings die Klangfarbenunterschiede in der Hauptsache fort; aber kleine Intensitätsunterschiede sind bei ihm zweifellos nicht ausgeschlossen gewesen und haben eine ähnliche Wirkung. So begreifen sich LUFT's oben erwähnte Ergebnisse ebenso wie die zuletzt beschriebenen.

Versuche, die ich nach der Methode der Minimaländerungen auf genau dieselbe Weise ohne Ausgang vom Nullpunkte zur Bestimmung der Empfindlichkeit für Abweichungen des Intervalls der Grossen Terz vom Verhältniss 4:5 machte, hatten folgendes Ergebniss:

Urtheile über das Intervall 480:600, aufsteigend, mit veränderlichem höheren Tone.

	Intervall noch zu klein	Intervall schon zu gross	Intervall noch zu gross	Intervall schon zu klein
IIB.	599,7	600,9	600,9	600,2
	600,3	601,4	601,2	600,6
	600,2	601,8	601,0	600,4
IIFF.	598,8	599,3	600,7	599,9
	599,0	599,7	600,6	599,8
	599,9	601,4	600,8	599,9
IIG.	598,4	599,3	600,6	599,6
	599,7	600,6	600,6	600,2
	599,8	600,8	600,8	600,5

Die erste Versuchsreihe gestaltete sich folgendermaassen. Eine der Versuchspersonen fragte vor dem Versuche, wie lange es dauern und wieviel Versuche die Reihe ungefähr enthalten werde. Zur Beruhigung sagte ich, dass die Reihe nicht 200 oder 300 Einzelversuche umfassen werde; doch könnten es immerhin 30 werden. Zwei der Versuchspersonen hörten darauf beim 17. Einzelversuch das Intervall 480 : 599,3 bereits deutlich als zu gross, was um so auffälliger ist, als im Allgemeinen zu kleine Intervalle leicht als zu klein erkannt werden. Ich halte es für ziemlich wahrscheinlich, dass sich hier die Ueberschreitung der Hälfte von 30, wenn auch unbewusst, geltend gemacht hat. Die Beobachter bestritten natürlich durchaus, sich irgendwie nach der vorher erwähnten Zahl 30 gerichtet zu haben. Auch der dritte an den Versuchen theilnehmende Beobachter (Hr.) scheint nicht ganz unbeeinflusst geblieben zu sein, da er bei keiner anderen Reihe zu einem gleich tief liegenden Reinheitsgebiete gelangte. Nun werden sich nicht immer so starke Einflüsse geltend machen. Man hat aber nicht die geringste Sicherheit, dass sich nicht ähnliche, wenn auch geringer wirkende Zufälligkeiten einstellen, die man nicht nachzuweisen im Stande ist.

Im Ganzen deuten die Ergebnisse darauf hin, dass ein zu kleines Terzenintervall leichter als verstimmt erkannt wird, als ein um ebensoviel zu grosses. Dies habe ich nun bei Anwendung der Methode der richtigen und falschen Fälle bestätigt gefunden, hätte es aber aus dem Ergebniss der Methode der Minimaländerungen nicht mit Bestimmtheit zu erschliessen gewagt. Denn die Schwankungen der Grenzwerthe sind ganz ausserordentlich gross und weisen deutlich genug darauf hin, dass hier, wie wohl stets, wenn die Methode der Minimaländerungen auf Tonqualitäten angewandt wird, das Ergebniss eine Folge ist nicht nur der zu beurtheilenden Empfindungsunterschiede, sondern noch zahlreicher anderer Momente, deren Einfluss mit Sicherheit oder auch nur Wahrscheinlichkeit festzustellen ein Ding der Unmöglichkeit ist.

Maaſsbestimmungen über die Reinheit consonanter Intervalle.

Von

C. Stumpf und M. Meyer.

Einleitung.

(C. Stumpf.)

In den Schriften der Musiktheoretiker finden sich seit alter Zeit im Zusammenhang mit der Consonanzlehre, später auch aus Anlaſs der Temperatur-Streitigkeiten, zerstreute Bemerkungen über Intonationsfragen und über die Empfindlichkeit unseres Gehörs für Verstimmungen. In den Kreisen der heutigen praktischen Musiker kann man allenthalben sehr bestimmte Behauptungen über die richtige Intonation der groſsen Terz, der Septime u. s. f. hören. Messende Untersuchungsreihen aber, durch die allein hier etwas bewiesen werden kann, sind erst 1827 von Delezenne, dann nach langer Pause von Cornu und Mercadier, von Preyer und von Schischmánow veröffentlicht worden.

Delezenne [1] benützte als Apparat das Monochord, als Versuchspersonen sowohl musikalisch Geübte als Ungeübte, betrachtete aber die ersteren natürlich als maaſsgebender und führt die Ergebnisse bei Ungeübten nur zur Vergleichung an. Er prüfte die Empfindlichkeit für das Unisono und für die consonanten Intervalle in der Gegend der kleinen und der eingestrichenen Octave. Er verschob den Steg der Saite (wodurch

---

[1] Mémoire sur les valeurs numériques des notes de la gamme. *Recueil des travaux de la Société des Sciences de Lille*, 1826—27, S. 1 f.

also beide Töne zugleich alterirt wurden) solange, bis die Verstimmung bemerkt wurde; theilweise liefs er seine Personen auch selbst durch Verschiebung den bezüglichen Punkt finden. Er benützte sowohl gleichzeitige als aufeinanderfolgende Töne.

Cornu und Mercadier[1] liefsen grofse Terzen und Quinten durch tüchtige Musiker auf verschiedenen Instrumenten so genau als möglich angeben, sowohl mit gleichzeitigen als mit aufeinanderfolgenden Tönen, und stellten die Intonation auf mehrfachem Wege physikalisch fest.

Preyer[2] operirte gleichfalls mit vorzüglichen Musikern. Als Tonquelle dienten ihm die Metallzungen eines Appunn'schen „Tonmessers", auf welchem einunddasselbe Intervall in sehr verschiedener Abstimmung vertreten ist. Seine Beobachtungen erstreckten sich auf die meisten Intervalle der kleinen Octave. Der tiefere Ton wurde stets zuerst angegeben. Es sind aber nur wenig Beobachtungen über jedes Intervall gemacht worden; und nur solche mit aufeinanderfolgenden Tönen.

Schischmanow[3] machte in Wundt's Laboratorium längere Versuchsreihen über die Hauptintervalle mit Stimmgabeln der eingestrichenen Octave, also nahezu einfachen Tönen. Es wurde theils die tiefere, theils die höhere zuerst angegeben, aber nur die tiefere war verstimmbar. Gleichzeitige Töne wurden nicht angewandt. Als Versuchspersonen benützte Schischmanow nicht blos einen Musikalischen (sich selbst), sondern auch einen musikalisch gänzlich Ungeübten (Krestow). Ein Fachmusiker, der zuerst auch betheiligt war, trat aus.[4]

---

[1] Sur les intervalles musicaux. *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, T. 68 (1869), S. 301 f., 424 f.

[2] Ueber die Grenzen der Tonwahrnehmung, 1876, S. 38 f.

[3] Untersuchungen über die Empfindlichkeit des Intervallsinnes. Wundt's *Philosoph. Studien* V (1889), S. 558 f. In der Abhandlung sind auch die Ergebnisse von Untersuchungen mitveröffentlicht, welche Külpe und Peisker vorher nach gleicher Methode angestellt hatten, ohne ganz damit fertig zu werden.

[4] Eine ähnliche Erfahrung haben auch wir an einer Anzahl jüngerer Fachmusiker machen müssen. Einer nach dem anderen blieb weg. Es ging wie im Evangelium mit den zum „grofsen Abendmahl" Geladenen: Der hatte einen Acker gekauft, Jener fünf Joch Ochsen und mufste sie besehen, der Dritte hatte ein Weib genommen. Zur Entschuldigung mufs man aber sagen, dafs diese Versuche sehr anstrengend und — gelinde zu sprechen — nicht sehr kurzweilig sind, während ein grofses Abendmal

Nicht gerade Messungsreihen, aber einzelne Beobachtungen und Messungen hat auch HELMHOLTZ angestellt; er erwähnt Versuche mit Professor JOACHIM über die Intonation der Terzen und Sexten, sowie Beobachtungen über den A-Capella-Gesang der „Solfeggisten" und anderer Sänger.[1] Aufserdem sind Beobachtungen und Versuche ohne eigentliche Maafsbestimmungen in verschiedenen neueren Abhandlungen niedergelegt. So benützte M. PLANCK[2] als Controllapparat sein eigenes vorzüglich musikalisches und vorher an einem mathematisch abgestimmten Harmonium speciell darauf eingeübtes Gehör, und richtete seine Aufmerksamkeit auf die Intonation der grofsen Terzen beim A-Capella-Gesang eines hervorragend geschulten Chores. Ebenso machten ENGELBERT RÖNTGEN[3] und H. v. HERZOGENBERG[4] auf gleicher Grundlage beachtenswerthe, allerdings nicht immer übereinstimmende, Angaben über die Mollterz und andere kritische Intervalle. Sehr bestimmte Behauptungen über die Intonation der Terzen auf Grund von Versuchen mit einem besonders construirten Harmonium findet man bei JOACHIM STEINER.[5]

Wir werden diese Angaben alle, soweit sie zur Vergleichung mit unseren Beobachtungen in Betracht kommen, im 5. Capitel besprechen.

Die theoretische Bedeutung der Frage, Discrepanzen der bisherigen Versuche, mancherlei Bedenken über ihre Anstellungsweise, endlich das Bedürfnifs, wesentlich verschiedene Umstände, unter denen das Intervallurtheil erfolgen kann, einzeln zu untersuchen, veranlafsten mich 1893 in München zu neuen Versuchen. Sie wurden in Folge meiner Uebersiedelung nach Berlin jahrelang unterbrochen, dann hier wieder aufgenommen, aber erst durch M. MEYER unter meiner Mitwirkung dem ursprünglichen Plane gemäfs allseitig durchgeführt.

---

doch immer einen gewissen Reiz hat. Um so anerkennenswerther ist es, dafs eine Anzahl gleichwohl bis zum Ende ausharrte.

[1] Lehre v. d. Tonempfindungen [4], S. 423, 525, 664—667.

[2] Die natürliche Stimmung in der modernen Vocalmusik. *Vierteljahrsschr. für Musikwissenschaft* Bd. IX (1893), S. 418 f.

[3] Einiges über Theorie und Praxis in musikalischen Dingen. *Daselbst* X (1894), S. 365 f.

[4] Ein Wort zur Frage der reinen Stimmung. *Daselbst* X, S. 133 f.

[5] Grundzüge einer neuen Musiktheorie, 1891.

Dieser Plan ging dahin: verschiedene Hauptintervalle einmal in auf-, dann in absteigender Folge der Töne zu untersuchen, ferner nicht nur bei Aufeinanderfolge sondern auch bei Gleichzeitigkeit der Töne, endlich sowohl bei einfachen als bei stark obertonhaltigen Klängen. Alle diese Verschiedenheiten sind für die Theorie eben so wichtig wie die Unterschiede der benützten Intervalle selbst. Die beiden letzterwähnten hängen insbesondere ganz enge zusammen mit den allgemeinsten Fragen der Consonanzlehre.

In Hinsicht der Anstellungsweise der bisherigen Versuche ist es bei den älteren mehr das Technische im engeren Sinn, bei PREYER und SCHISCHMANOW aber besonders die Art und die Umstände der Fragestellung, die Einwürfen ausgesetzt scheint.

Man kann entweder die Frage nur darauf richten, ob ein Intervall rein oder unrein ist, oder zugleich auch darauf, ob es im Falle der Unreinheit zu grofs oder zu klein ist. DELEZENNE stellte die Frage in der letzteren Weise.[1] PREYER scheint sie nur in der ersten Form vorgelegt zu haben; aber in seinen Tabellen finden sich aufser den Urtheilen „rein, unrein" doch auch solche „zu hoch, übermäfsig" u. dgl.; welche nähere Bestimmung die Musiker offenbar unaufgefordert hinzufügten. SCHISCHMANOW endlich hat ausschliefslich die erste Fragestellung.

Man wird bei dieser Fragestellung im Allgemeinen schon für geringere Verstimmungen Unreinheits-Urtheile bekommen als bei der zweiten. Aber die Ergebnisse haben auch geringeren Werth; man kann nicht so viel, manchmal auch gar nichts daraus schliefsen. Allerdings findet man sehr häufig bei Unmusikalischen, nicht ganz selten auch bei Musikalischen, die Angabe, dafs sie ein Intervall für unrein halten, ohne zu wissen, ob es zu grofs oder zu klein sei. In diesem Fall hat man aber zunächst keine Garantie, dafs sie nicht durch irgend einen Nebenumstand, eine kleine Verschiedenheit der Klangfarbe, der Intensität, des Anschlags u. dgl., oder gar durch unwillkürliche Schlufsfolgerungen oder Vermuthungen aus ihrer Kenntnifs der Versuchsumstände zu dem Urtheil bestimmt wurden. Wenn in einer gröfseren Reihe dasselbe Urtheil mit grofser Regelmäfsigkeit bei

[1] Dies geht aus einigen Bemerkungen S. 5 und 9 seiner Abhandlung deutlich hervor.

dem gleichen mathematischen Tonverhältniſs wiederkehrt, während die Versuchsumstände, Tonquellen u. s. w. variiren, so kann man allerdings annehmen, daſs die Einflüsse der Nebenumstände sich compensirt haben und nur der constante Einfluſs des bezüglichen Tonverhältnisses maſsgebend gewesen sei. Aber Preyer hat überhaupt keine längeren Versuchsreihen gemacht, und bei Schischmanow bleiben die Bedenken hinsichtlich der unwillkürlichen Schluſsfolgerungen und sonstigen Inconvenienzen der „Methode der Minimaländerungen", worauf bereits M. Meyer für ähnliche Fälle hinwies[1] und worauf wir im 5. Capitel näher eingehen werden.

Was die Versuchspersonen betrifft, so ist es wohl selbstverständlich, daſs in erster Linie Musikalische herangezogen werden. In einer Sache, wo die Uebung einen so entscheidenden Einfluſs hat, wie bei feinsten Tonunterschieden, erscheint es doch nicht von vornherein rathsam, „minder Geübte", die im besten Falle erst im Laufe der Versuche zu Geübten werden, neben diesen unter den gleichen Versuchsbedingungen einzustellen. Allerdings ist bei Musikalischen mit der Uebung zugleich eine gewisse Richtung der Uebung und der sonstigen Gewöhnung gegeben. Es läſst sich z. B. denken, daſs für einige Intervalle, zumal die Quinte, die Uebung noch gröſser ist als für andere. Darum möchte ich die Verwendung Unmusikalischer nicht durchaus ablehnen. Aber was uns in dieser Sache vorzugsweise interessirt, ist doch eben das Verhalten des musikalischen Gehörs, einschlieſslich seiner besonderen Neigungen und Gewöhnungen. Hierzu kommt, daſs nur musikalisch Veranlagte und Geübte im Stande sind, sich von dem gefährlichen Einfluſs der augenblicklichen Nebenumstände hinreichend zu emanzipiren. Selbst ihnen fällt es oft schwer genug. Personen aber, deren Ohr nicht durch lange Jahre mit den Tonerscheinungen aufs Innigste vertraut geworden ist und die ihre Aufmerksamkeit nicht nach jeder beliebigen Seite dieser Erscheinungen zu lenken und da streng festzuhalten vermögen, sind bei so delicaten Versuchen den Nebeneinflüssen rettungslos preisgegeben. Wenn trotzdem Schischmanow's gänzlich ungeübter Mitarbeiter zwar im Vergleich mit Schischmanow weniger feine aber sonst

---

[1] Ueber die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen. Siehe oben S. 76f.

ziemlich übereinstimmende Ergebnisse lieferte, so würde ich (von den obenerwähnten und anderen noch zu erwähnenden Bedenken abgesehen) daraus eben schliefsen, dafs er doch ein gutes und sehr übungsfähiges Ohr besafs, das nur zufällig nicht gepflegt worden war. Solche Personen sind von den eigentlich Unmusikalischen, die z. B. oft nicht sagen können, ob *c* oder *e* der höhere Ton ist, und ob der simultane Dreiklang *c—e—g* ein oder mehrere Töne sind, immerhin noch wohl zu unterscheiden.

Wir dürfen uns übrigens nicht der Illusion hingeben, als ob Versuchsreihen, wenn sie noch so einwandfrei angestellt werden, über die „musikalisch richtige Intonation" uneingeschränkt Aufschlufs geben könnten. Eine schlechthin richtige musikalische Intonation giebt es nicht. Nur eine schlechthin unrichtige giebt es, die zu weit über einen gewissen Spielraum hinausgreift. Aber innerhalb dieses Spielraumes wird das nämliche Intervall je nach dem Zusammenhang, worin es vorkommt, von den besten Ohren verschieden beurtheilt und von den besten Künstlern verschieden intonirt. Auch über solche Verschiedenheiten je nach den Umständen kann man wohl gewisse allgemeine Gesichtspunkte aufstellen, aber darauf gehen wir hier nicht aus. Wir untersuchen die Intervalle losgelöst vom actuellen Zusammenhang. Freilich stehen sie auch in diesem isolirten Zustand unter der Nachwirkung der musikalischen Erfahrung, und eben diese Nachwirkungen sind uns von Interesse. Doch beschränken wir die Discussion der thatsächlichen Ergebnisse in dieser Hinsicht auf das Nächstliegende und zum Verständnifs der Zahlen Unentbehrliche.

Erstes Capitel.

Versuche mit der kleinen Terz.

(C. Stumpf.)

Als Tonquelle diente zunächst wie bei Preyer ein Appunn'scher Tonmesser, der aber nicht die kleine, sondern die in der Mitte des musikalischen Tonbereichs liegende eingestrichene Octave (256 bis 512 Schwingungen) umfafste und 64 Zungen mit je 4 Schwingungen Differenz enthielt. Unter den 64 Tönen befand

sich eine grofse Anzahl kleiner Terzen, die in Folge der verschiedenen durch obige Zahlen gegebenen Schwingungsverhältnisse, aber auch in Folge der zufälligen kleinen Verstimmungen in verschiedenem Grad und verschiedener Richtung von dem physikalisch reinen Verhältnifs 5 : 6 abwichen. Es wurde aber nur die Zone von 372 bis 480 Schwingungen, also 27 Zungen, etwa zwischen *ges*[1] und *b*[1], benützt, damit die einzelnen Intervalle sich durch die absolute Tonhöhe nur möglichst wenig unterschieden.

Es handelte sich nun zunächst um die objective Bestimmung der disponiblen Tonverhältnisse. Dabei wurde die Zunge 372 als Ausgangspunkt zu Grunde gelegt und das Verhältnifs der übrigen zu ihr durch sorgfältige Zählung der Schwebungen mit Hülfe einer Fünftelsecundenuhr von Seiten zweier Beobachter (Stumpf und Stud. Deetjen) bestimmt. Diese physikalischen Feststellungen fanden vor Beginn der Versuchsreihen, mehrmals während derselben und am Schlufs statt. Die Versuche währten vom 8. bis 13. Juli 1893, dann nach einer Wochenpause vom 21. bis 22. Die Temperatur schwankte in dieser Zeit nur wenig, so dafs die Stimmung des Instruments sehr constant blieb. Der gröfste Unterschied zwischen den Stimmungen einundderselben Zunge betrug 0,08 Schwingungen.

Die Differenz zweier benachbarten Zungen fand sich natürlich nirgends genau = 4 Schwingungen. Die Differenzen variirten zwischen 3,19 und 4,97. Die Summe aller 27 Differenzen betrug anfänglich 107,93, zuletzt 108,44, die durchschnittliche Veränderung einer Zunge also 0,019.

Es ist dies ein bei Zungen immerhin seltener Glücksfall; denn bei Versuchsreihen mit solchen Instrumenten sind oft gerade die durch die Temperatur veranlafsten Schwankungen sehr störend.

Nachdem so die thatsächliche Stimmung der einzelnen Zungen zwischen 372 und 480 feststand, berechnete ich für jede einzelne von 372 bis 400 die kleine Terz 5 : 6 nach oben, und suchte unter den factisch vorhandenen höheren Zungen drei bis vier heraus, die von diesem Werth nur wenig nach oben oder unten abwichen. Ebenso berechnete ich die kleine Terz nach unten für die Zungen von 480 bis 444 (immer unter Zugrundelegung ihrer thatsächlichen Stimmung), und suchte unter den tieferen Zungen wieder drei bis vier, die von den be-

rechneten Werthen nur wenig abwichen. Die Abweichungen wurden bis auf 3 Decimalen bestimmt, sind aber in den folgenden Tabellen auf eine Decimale abgerundet.

So erhielt ich eine grofse Anzahl kleiner Terzen, deren Abweichung von 5 : 6 genau bekannt war. Die kleinsten Verstimmungen betrugen + 0,470 und — 0,353. Die gröfste konnte natürlich beliebig gewählt werden, ich ging darin bis ungefähr 6 Schwingungen, nämlich + 5,722 und — 6,318. So waren 12 Verstimmungen nach der Plusseite, 13 nach der Minusseite zwischen den genannten Grenzen gegeben; freilich nicht genau gleichmäfsig unter einander abgestuft, sondern so wie sie sich nach der zufälligen thatsächlichen Stimmung der Zungen darboten.

Als Beobachter diente ich selbst und Stud. Rud. Biedermann. Der letztere ist musikalisch ausgezeichnet begabt und geübt. Ich kann mir bei weniger hervorragender Musikbegabung doch wenigstens eine gute akustische Vorübung zuschreiben. Bemerkenswerth ist, dafs Biedermann auf dem einen Ohr fast taub ist, und dafs meine beiden Ohren in Hinsicht der Tonhöhe eines gleichen objectiven Tons merkliche Unterschiede darbieten (vgl. m. Tonpsych. II, 320). Natürlich wandte ich immer Ein Ohr vorwiegend der Schallquelle zu. Es ist denkbar, dafs für Biedermann die Nothwendigkeit, beständig nur einunddasselbe Ohr zu benützen, in Hinsicht der Feinheit der Unterscheidungen geradezu einen Vortheil darstellte; freilich ist auch die Gefahr der Ermüdung gröfser. Die Versuche selbst, das Angeben der Töne etc. besorgte mit grofser Geduld und Sorgfalt Stud. C. Deetjen.

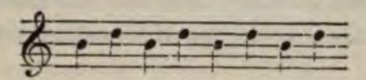
Die Urtheilenden hatten nicht zu sagen, ob sie überhaupt eine Unreinheit bemerkten, sondern bestimmter, ob ihnen das Intervall rein oder zu grofs oder zu klein erscheine. Wenn wir im Folgenden von der Zahl der „richtigen" und der „falschen" Urtheile sprechen, ist es zunächst nur eine abgekürzte Ausdrucksweise für das Verhalten des Urtheils unter bestimmten physikalischen Umständen: „Richtiges Urtheil" bedeutet nur, dafs ein physikalisch zu kleines Intervall auch als zu klein beurtheilt wurde u. s. f.; also = objectiv richtiges. Es soll nichts darüber präjudicirt sein, welches physikalische Verhältnifs subjectiv als rein erscheint. Dies läfst sich vielmehr erst aus der Curve der Urtheile selbst erschliefsen. Es kamen auch gelegentlich

Fälle, wo man keine irgend deutliche Abweichung finden konnte oder auch das Intervall bestimmt als rein bezeichnete: diese beiden Urtheile sind unter einander als identisch behandelt (wenn sie auch psychologisch vielleicht nicht genau zusammenfallen) und bei der Abzählung der richtigen Urtheile als halbe Fälle gezählt. Es wäre zwecklos gewesen, sie zu sondern, denn ihre Zahl war äusserst gering, bei Biedermann in sämmtlichen Reihen 6, bei Stumpf 17. Wir gaben die Urtheile, wo nur immer möglich, im Sinne des vorherrschenden Eindrucks ab. In dieser Hinsicht kann der Urtheilende verschiedene Maximen befolgen: er kann sich vornehmen, nur bei vollkommen deutlichem Eindruck das entsprechende Urtheil abzugeben (wobei natürlich immer noch Inconsequenzen im Ergebnifs möglich sind, so dafs z. B. genau das nämliche Schwingungsverhältnifs einmal bestimmt als zu klein, einmal als zu grofs oder gar ein noch kleineres als zu grofs bezeichnet wird), oder er kann sich im Zweifelsfall so lange das Intervall wiederholen lassen und sich so intensiv besinnen, bis wenigstens ein überwiegender Eindruck erzielt ist. Ich halte das Letztere im Ganzen für praktischer.

Die verschiedenen Stimmungen des Intervalls wurden ganz durcheinander angegeben, nicht stufenweise vom kleinsten zum gröfsten Betrag oder umgekehrt aufeinanderfolgend. Auch dies bedeutet natürlich (wie die ganze Methode der richtigen und falschen Fälle) eine Erschwerung gegenüber den früheren Versuchen; aber man ist dann auch am besten gegen die erwähnten Nebeneinflüsse, unwillkürlichen Schlüsse etc. gesichert. Eine weitere, in der besonderen Anlage dieser Versuche begründete, an sich nicht erforderliche Erschwerung lag in der Veränderlichkeit des Ausgangstons. Nicht blos der zweite Ton, dessen Stimmung zum ersten zu schätzen war, sondern auch dieser selbst wechselte im Allgemeinen.

Es wurden 13 Versuchsreihen gemacht. In den ersten wurde der tiefere Ton zuerst angegeben und zwar zunächst so, dafs immer drei Fälle mit gleichem Grundton auf einander folgten; dann (von der 3. Reihe an) wurde auch mit dem Ausgangston von Fall zu Fall gewechselt, aber er wurde jedes Mal zuerst lange angegeben, damit er sich dem Bewufstsein einprägte. In weiteren Reihen wurde vom höheren Ton ausgegangen. Ferner unterschieden sich die Reihen dadurch, dafs in einigen das Intervall bei jedem Versuch nur einmal vorgelegt, in anderen dagegen so oft

unmittelbar wiederholt wurde, als jeder Beobachter es wünschte, um die zufälligen Schwankungen der Aufmerksamkeit besser auszugleichen. Endlich wurde in zwei Reihen das Intervall immer so angegeben:



und analog vom höheren Ton ausgehend. Hierbei ist die Richtung nach oben und die nach unten verknüpft und ein Unterschied der Fälle nur durch den (länger festgehaltenen) Ausgangston und den Schlufston gegeben. Man fafst das Intervall dann doch im Sinne der zwei ersten Noten auf (aufsteigend oder absteigend); aber die Verknüpfung mit der entgegengesetzten Bewegung dürfte dem Urtheil noch gröfsere Sicherheit geben.

Eine Schwierigkeit liegt für den Beobachter bei Anwendung von Zungen in ihrer verschiedenen Klangfarbe. Einzelne sind heller, schärfer, andere dunkler, milder. Hiervon gilt es sich möglichst unabhängig zu machen, was gut Musikalischen leichter gelingt als Unmusikalischen, aber doch nicht so, dafs alle Täuschungen bei so kleinen Höhendifferenzen ausgeschlossen bleiben. Doch waren es nur 2—3 Zungen, die uns in dieser Hinsicht Schwierigkeiten bereiteten.

Gewifs liegt in den Klangfarbenverschiedenheiten ein erheblicher Nachtheil der Zungeninstrumente gegenüber Stimmgabeln. Aber andererseits bieten jene den Vortheil bequemster Handhabung, so dafs leichter grofse Versuchszahlen gewonnen werden. Auch ist es wünschenswerth, das Verhalten des Urtheils gerade auch an zusammengesetzten Klängen zu studiren, da solche in der Musik vorwiegend gebraucht werden; und wenn wir dann das Verhalten an einfachen Klängen zur Vergleichung heranziehen, können sich Folgerungen ergeben, die durch Versuche an einer Classe von Klängen allein nicht zu gewinnen wären.

In den ersten Versuchsreihen zeigte sich noch eine fortschreitende Uebung. Doch ist das Verhalten des Urtheils im Uebrigen (z. B. wenn die Urtheile bei Vergröfserung und Verkleinerung des Intervalls verglichen werden) kein wesentlich anderes als später, so dafs es nicht nothwendig erscheint, diese Reihen als Vorversuche bei Seite zu lassen. In den späteren Reihen ist nur auf

der Minusseite, die von vornherein schlechter beurtheilt wurde, noch eine Uebung erkennbar. Der Unterschied zwischen der Plus- und Minusseite, den wir sogleich in den Tabellen bemerken werden, verschwindet bei Biedermann gegen den Schlufs hin ganz, indem die zwei letzten Reihen überhaupt nur je Einen Fehler unter den 13 vorgelegten Intervallen nach jeder Seite hin liefern.

Die Curve der richtigen Urtheile (wir reden der Kürze halber von einer Curve, wenn es sich auch nur um das Auf- und Absteigen weniger discreter Zahlenwerthe handelt) mufs nach der Einrichtung der Versuche im Allgemeinen so verlaufen, dafs sie bei genügendem Spielraum der Abweichungen für die äufsersten Abweichungen nach der Plus- und Minusseite nahezu 100 % richtige Urtheile aufweist, dazwischen aber sich senkt. Angenommen, dafs der subjective und der physikalische Reinheitspunkt zusammenfallen, so sind in dieser Gegend, also bei den kleinsten positiven und negativen Abweichungen, etwa 50 % richtige Urtheile zu erwarten. Liegt aber die subjective Reinheit merklich auf der einen Seite, z. B. auf der Minusseite, dann wird in der Gegend des physikalischen Reinheitspunktes, wenn wir von der Plusseite in der Tabelle ausgehen, ein plötzlicher starker Abfall der Curve zu Werthen unter 50 % eintreten, hierauf wird sie sich erheben, beim subjectiven Reinheitspunkte etwa 50 % aufweisen, dann weiter bis zu etwa 100 % steigen.

Nehmen wir den Fall, dafs der subjective Reinheitspunkt bei einer Abweichung von — 3 Schwingungen läge, und setzen wir eine aufserordentlich grofse subjective Zuverlässigkeit des Beobachters voraus, so würden beim allmählichen Uebergang von + 6 bis zu — 6 selbst bei der kleinsten positiven Verstimmung noch etwa 100 % richtige Urtheile stattfinden, bei der ersten negativen Verstimmung aber eine von 0 nur wenig verschiedene Anzahl, da ja das Intervall noch weit vom subjectiven Reinheitspunkte läge. Die Curve würde also hier sehr steil abfallen.

Bei weniger starker Discrepanz des subjectiven vom objectiven Reinheitspunkte wird sich wenigstens eine Asymmetrie der Curve und eine Annäherung an diese Form ergeben: sie wird bei sehr kleinen positiven Verstimmungen immer noch stark über 50 % richtige Urtheile geben, bei eben so kleinen negativen dagegen

unter 50 %. Und dies ist, wie wir sehen werden, der wirkliche Fall.

Die subjective Zuverlässigkeit eines Beobachters, d. h. die Genauigkeit und Constanz, mit der er seinen subjectiven Reinheitspunkt erkennt und festhält, läfst sich bei solcher Darstellungsweise und solcher Definition der „richtigen Urtheile" nicht an der Gesammtzahl dieser Urtheile erkennen, sondern 1. an der Continuität der Curve in Hinsicht des Auf- und Absteigens, 2. wenn subjectiver und objectiver Reinheitspunkt zusammenfallen, an der Steilheit der Curve nach beiden Seiten, 3. wenn sie nicht zusammenfallen, an der Tiefe der Senkung beim Uebergang zwischen positiven und negativen Verstimmungen (ideal müfste sie hier von 100 zu 0 % sinken) und an der Steilheit, mit der sie dann wieder auf 100 % emporgeht.

Wenn man nun für die sämmtlichen Verstimmungen von + 5,7 bis — 6,3 die richtigen Urtheile aus allen Versuchsreihen zusammenstellt, so ergiebt sich eine Tabelle, die zwar im Allgemeinen eine Abnahme und Wiederzunahme der bezüglichen Urtheilszahlen von der gröfsten positiven Verstimmung + 5,7 bis zur gröfsten negativen — 6,3 zeigt, aber nicht ohne Schwankungen im Einzelnen. Dies ist natürlich, da die Unterschiede der Verstimmungen von einander oft äufserst gering und die Anzahl der Urtheile für jede einzelne (9 bis 13 bei jedem Beobachter) ebenfalls nicht grofs genug ist, um gegenüber so minimalen Differenzen noch ein ganz regelmäfsiges Verhalten zu zeigen.

Dagegen ergiebt sich ein sehr übersichtliches Verhalten, wenn wir Zonen bilden, indem wir die sämmtlichen innerhalb einer gewissen Breite der Verstimmung fallenden richtigen Urtheile zusammennehmen. Es wird dann die Gesammtzahl der abgegebenen Urtheile für die verschiedenen Zonen zwar ungleich, weil unter eine Zone bald mehr bald weniger Verstimmungen subsumirt werden müssen, aber die Berechnung in Procentzahlen ermöglicht die Vergleichung.

Tabelle der richtigen Urtheile für die kleine Terz der eingestrichenen Octave.

Betrag der Verstimmung	Zahl der Urtheile jedes Beobachters	Zahl der richtigen Urtheile		% richtige Urtheile		% richtige Urtheile überhaupt
		Bied.	St.	Bied.	St.	
+ 5,7 bis 4,8	52	46	51	88	98	93
3,9 „ 2,5	39	37	33	95	85	90
1,5 „ 0,5	62	50	47	81	76	78
— 0,4 bis 1,3	36	16	15 ½	44	43	44
2,5 „ 3,6	66	53	43 ½	80	66	73
4,2 „ 6,3	48	43	44 ½	90	93	91

Der regelmäſsige Gang der Urtheilszahlen erleidet nur von der ersten zur zweiten Zone bei Biedermann eine Ausnahme (88 — 95 %). Weitere Fortsetzung der Versuche würde diese zufällige Anomalie sicherlich ausgeglichen haben. Auch in der Zusammenrechnung der Ergebnisse beider Beobachter gleicht sie sich bereits aus. Man sieht hieraus zugleich, daſs eine solche Zusammenrechnung bei Beobachtern von annähernd gleicher Urtheilsfähigkeit in Fällen, wo Ermüdung oder sonstige den Versuchszwecken schädliche Folgen sich an weitere Fortsetzung der Versuche knüpfen, ein nützliches Mittel ist, um gleichwohl nicht blos die kleineren individuellen Unterschiede gegenüber dem typischen Verhalten, sondern auch bloſse Zufälligkeiten zu eliminiren. Uebrigens zeigen die Urtheilscurven beider Beobachter keine individuellen Besonderheiten, wie auch ihre subjective Zuverlässigkeit nahezu die gleiche ist.[1]

[1] Für die subjective Zuverlässigkeit beider Beobachter darf ich wohl auch folgenden Zwischenfall als Beleg anführen. Bei einer Versuchsreihe hatte der Experimentator aus Versehen nur vergröſserte Intervalle vorgelegt, während den Versuchspersonen natürlich bekannt war, daſs in jeder Reihe beiderlei Intervalle vorkommen muſsten. Beide Beobachter urtheilten aber im Widerspruch mit dieser ihrer allgemeinen Erwartung gleich wohl nach dem concreten Eindruck und sprachen nur zum Schluſs ihre

Sehr auffallend ist nun aber der Unterschied der Verkleinerungen gegenüber den Vergröſserungen des Intervalls. Während die Vergröſserung von 0,5 bis 1,5 noch 78 % r. Urtheile giebt, liefert die Verkleinerung um ungefähr denselben Betrag nur 44. Kleine Terzen, die um soviel verkleinert sind, wurden also in den meisten Fällen noch als zu groſs beurtheilt (Reinheitsurtheile wurden ja überhaupt nur sehr selten abgegeben). Auch in der mittleren Zone auf beiden Seiten zeigt sich noch der Unterschied: Vergröſserungen wurden hier schon nahezu sicher, in durchschnittlich 90 %, als Vergröſserungen beurtheilt, dagegen Verkleinerungen von gleichem Betrag nur in durchschnittlich 73 % als Verkleinerungen aufgefaſst.

Es bestand also eine entschiedene Neigung, die kleine Terz erst bei einer gewissen Verkleinerung des physikalisch reinen Intervalls als rein anzuerkennen. Der subjective Reinheitspunkt lag, wenn wir die oben angegebenen Kriterien (50 %) zu Grunde legen, ungefähr bei — 1,7. Wir können aus den Urtabellen noch hinzufügen, daſs selbst die geringste Vergröſserung von 0,5 Schwingungen (genauer 0,47, oder als Verhältniſs 5 : 6,006) auſser in den 4 ersten Versuchsreihen von beiden Beobachtern ausnahmslos als Vergröſserung beurtheilt wurde, also in 26 Fällen 22 mal, dagegen die geringste Verkleinerung 0,4 in ebensovielen Fällen nur 8 mal als Verkleinerung, und die zweitkleinste 0,7 auch nur 9 mal. Erst bei einer Verkleinerung von 2,5 erhalten wir unter 26 Urtheilen 19, die auf Verkleinerung lauten. Ein so gut wie sicheres Urtheil (24 ½ unter 26) ist auf der Plusseite schon bei der Verstimmung von 1,15 erreicht, ein gleich sicheres (22 ½ unter 24) auf der Minusseite erst bei der Verstimmung von 5 Schwingungen.

Verwunderung aus, daſs ihnen diesmal fast alle Intervalle zu groſs erschienen wären.

Ich weiſs nicht, ob man versucht hat, auch bei der „Methode der Minimaländerungen", wie sie gewöhnlich gehandhabt wird, einmal die analoge Probe zu machen, ob es für die Urtheilspersonen einen Unterschied macht, wenn der Experimentator ausnahmsweise, statt vorschriftsmäſsig mit der Veränderung des Intervalles in einer bestimmten Richtung stufenweise fortzuschreiten, einige Zeit zwischen sehr kleinen Verstimmungen in beiden Richtungen abwechselt. Vermuthlich aber würden Viele hier die Probe nicht bestehen, sondern ein stufenweises Fortschreiten wie immer wahrzunehmen glauben.

Wie unliebsam Vergröſserungen bei der kleinen Terz empfunden wurden, zeigen auch kräftige Bemerkungen, wie sie sich in den Protokollen an einzelnen Stellen beigeschrieben finden: „höllisch unangenehm", „tiefer Satan", „tief!!!". Die beiden letzten Randbemerkungen beziehen sich auf Vertiefung des zweiten Tons des absteigenden Intervalls. Die beiden Beobachter äuſserten sich auch entschieden dahin, daſs keine Verkleinerung den unangenehmen Eindruck gewisser Vergröſserungen erreiche. Eine Verkleinerung, die bereits als solche merklich war, war noch nicht geradewegs unangenehm, und eine bedeutendere Verkleinerung wurde es mehr durch die Annäherung an die groſse Secunde und durch die Zweideutigkeit, die man darin erblickte, als durch ein positiv widriges Moment.

Der Gefühlseindruck der vergröſserten kleinen Terz bei aufeinanderfolgenden Tönen erschien uns übrigens, um dies sogleich zu bemerken, auch als wesentlich verschieden, je nachdem sie eine aufsteigende oder absteigende war. Die absteigende hatte mehr etwas Komisches, Ungeschlachtes — wir geriethen beide bei starker Vergröſserung ins Lachen —, die aufsteigende dagegen hatte etwas Peinliches.

Daſs Vergröſserungen merklicher waren als Verkleinerungen, zeigt auch das Verhältniſs der Gesammtzahlen der richtigen Urtheile auf beiden Seiten: auf der Plusseite wurden unter 306 Fällen 264 als Vergröſserungen, auf der Minusseite unter 300 nur 215 $^1/_2$ als Verkleinerungen beurtheilt, also bedeutend weniger.

Nicht ohne Interesse ist auch die Zahl der Wiederholungen, die von den Beobachtern in den Reihen, wo solche gestattet waren, verlangt wurden. Sie beträgt bei den vergröſserten Intervallen 130, bei den verkleinerten 190. Wenn auch hier ein Intervall mehr als auf der Plusseite zur Anwendung kam (o. S. 328), bleibt doch ein Uebergewicht der Wiederholungen auf der Minusseite, welches auf gröſsere Schwierigkeit des Urtheils hindeutet. Man könnte diesen Umstand vielleicht daraus erklären, daſs für den rein sinnlichen Eindruck der subjective mit dem objectiven Reinheitspunkt zusammenfiele und in Folge dessen bei Verkleinerungen der sinnliche mit dem ästhetischen oder psychologischen Maaſsstab in Conflict käme. Insofern würde hier allerdings die Vergleichung Unmusikalischer, bei denen der letztere Factor weniger mitwirken kann, lehrreich sein, vorausgesetzt daſs es gelänge,

hinlänglich vergleichbare Versuchsbedingungen herzustellen. (Weiteres im 7. Cap.)

Ob das Intervall aufsteigend oder absteigend genommen wurde, scheint auf das genannte Verhalten zwar nicht einen entscheidenden, aber immerhin einen graduell verschiedenen Einflufs gehabt zu haben. Die folgende Tabelle enthält die Anzahlen der richtigen Urtheile aus 4 Reihen mit aufsteigender und 4 mit absteigender Tonbewegung. Die Reihen unter einander zeigen ebenso wie die beiden Beobachter unter einander das nämliche Verhalten wie es hier im Ganzen hervortritt. Die Zonen sind wie oben angeordnet zu denken.

	Aufsteigend	Absteigend
Plusseite	29 r. U. unter 32	29 r. U. unter 32
	21 1/2 " " " 24	23 " " " 24
	34 " " " 38	32 1/2 " " " 40
Minusseite	8 1/2 " " " 24	12 1/2 " " " 24
	29 1/2 " " " 44	38 " " " 48
	27 1/2 " " " 32	28 " " " 32

Beim aufsteigenden Intervall tritt der Tiefstand der Urtheilscurve auf der Minusseite in den beiden inneren Zonen merklich stärker hervor als beim absteigenden, obschon er auch hier deutlich genug bleibt. Man kann also wohl sagen, dafs die Bevorzugung des verkleinerten Intervalls, die Lage des subjectiven Reinheitspunktes auf der Minusseite, sich besonders bei der aufsteigenden kleinen Terz geltend macht. Hiermit stimmt auch überein, dafs der vorhin erwähnte Unterschied in Hinsicht der verlangten Wiederholungen sich ganz vorzugsweise bei den Reihen mit aufsteigendem Intervall findet; ebenso das was vorhin über den Gefühlseindruck erwähnt wurde. Doch möchte ich über den Unterschied des auf- und absteigenden Intervalls aus diesen Versuchen nichts Entscheidendes schliefsen. Sie waren in erster Linie nicht auf die Ermittelung eines solchen Unterschieds, sondern auf das Verhältnifs der Minus- zur Plusseite überhaupt angelegt.

Schliefslich noch die Bemerkung, dafs die hier gefundenen Abweichungen der subjectiv reinen kleinen Terz mit denjenigen der temperirten und der pythagoreischen kleinen Terz zwar in der Richtung übereinstimmen aber ihrer Gröfse nach doch weit

geringer sind. Nehmen wir 380 als den tieferen Ton, so liegt die physikalisch reine kleine Terz bei 456, die subjectiv reine bei etwa 454,3, die temperirte bei 451,8, die pythagoreische bei 450. Abweichungen wie die beiden letzteren liegen schon in der Zone, wo bei unseren Versuchen so gut wie ausnahmslos „zu klein“ geurtheilt wurde.

Zweites Capitel.

Versuche über die grofse und die kleine Terz.

(C. Stumpf.)

Im Sommer 1895 begann ich in Berlin eine neue Versuchsreihe in etwas veränderter Weise für beide Terzen. Die Versuchspersonen waren die nämlichen. Prüfung, Stimmung und Handhabung des Apparates übernahm Dr. Meyer, der aber auch als Beobachter sich mehrfach betheiligte. Bei einigen Reihen wurde das Herausziehen der Zäpfchen des Apparats von den Beobachtern selbst vollzogen, ohne dafs dies, wie man sehen wird, dem unwissentlichen Verfahren Eintrag that.

Es wurden zwei verschiedene Methoden angewandt, die aber beide zu „richtigen und falschen Fällen“ führten.

1. Die erste Methode war im Wesentlichen gleich der früher benützten. Ich hatte einen Zungenapparat anfertigen lassen, worin aufser einigen anderen Zungen, besonders zu 480, 500 und 600 Schwingungen, 37 Zungen sich befanden, die sämmtlich vom Verfertiger mit ziemlicher, aber nicht gerade peinlicher Genauigkeit auf 600 gestimmt waren. Dr. Meyer prüfte sie nun genauer und richtete sie durch Abschaben am einen oder anderen Ende so ein, dafs die Verstimmungen sich etwa bis zu 4 Schwingungen nach oben und nach unten von 600 erstreckten, unter einander aber ungefähr gleichmäfsig über diese Strecke vertheilt waren. Die Zungen 480, 500 und 600 wurden durch Vergleichung mit Stimmgabeln und unter einander ganz genau eingestimmt. Zur Prüfung der erwähnten 37 Zungen befand sich noch eine Hülfszunge zu 605 im Apparat, die sich, nachdem 600 gegeben war, ebenfalls genau stimmen liefs. Durch die Schwebungen mit dieser wurden dann die 37 Zungen bestimmt. Die Zungen 480 und

500, die die Grundtöne der groſsen und kleinen Terz mit 600 angaben, wurden vor jeder einzelnen Versuchsreihe geprüft und eventuell zu 600 genau reingestimmt.[1] Bezüglich der 37 Zungen war anzunehmen, daſs die Verschiebung ihrer Verhältnisse unter einander von einer Versuchsreihe zur anderen in Anbetracht ihrer gleichen physikalischen Beschaffenheit, Gröſse u. s. w. als ganz verschwindend gelten dürfe, da der Einfluſs der Temperatur auf alle in gleicher Weise wirken muſste. Auch hier aber versicherten wir uns verschiedentlich durch Proben, daſs keine Verschiebung stattgefunden hatte. Ueberdies war die Temperatur während der Versuchsperiode sehr gleichmäſsig.

Die Reihenfolge der Zungen nach ihren Schwingungszahlen, die wir so erhielten, war aber keineswegs die ihrer Aufeinanderfolge am Apparat, so daſs der Beobachter, auch wenn er die Zäpfchen selbst herauszog und dadurch eine bestimmte Zunge zum Schwingen brachte, keine Ahnung haben konnte, ob sie zu den erhöhten oder vertieften gehörte. Nachdem dies einige Male geschehen war, wurden aber, um auch die Möglichkeit der Erinnerung an frühere Fälle auszuschlieſsen, von dem Experimentator verschiedene andere Reihenfolgen eingeführt. So war ein absolut unwissentliches Verfahren gewährleistet, auch wenn dann wieder einer der Beobachter den Apparat selbst handhabte.

Der Hauptunterschied gegenüber meinen früheren Versuchen bestand darin, daſs erstlich genau einunddieselbe Grundton für alle Fälle beibehalten werden konnte, und daſs zweitens das Intervall hier stets nur aufsteigend genommen wurde, um zunächst beide Terzen unter gleichen Umständen zu vergleichen. Die weiter beabsichtigten Versuche mit absteigenden Terzen unterblieben, weil aus den im Folgenden zu erwähnenden Gründen das Ganze noch einmal auf neuer und erweiterter Grundlage aufgenommen wurde.

---

[1] Vgl. über die Abstimmung Meyer's Bemerkungen unten S. 115.

Ergebnisse für die grofse Terz (480:600).

Betrag der Verstimmung des höheren Tones	Verhältnifs der richtigen Urtheile zu sämmtlichen Urtheilen			% richtige Urtheile			% richtige Urtheile überhaupt
	Biederm.	Stumpf	Meyer	B.	St.	M.	
+ 3,5 bis 2,0	49 1/2 : 54	34 1/2 : 45	38 : 45	92	77	84	85
1,7 „ 1,2	26 1/2 : 36	20 : 30	24 : 30	74	67	80	73
0,8 „ 0,3	11 : 24	4 1/2 : 20	11 : 20	46	22 1/2	55	41
— 0,1 bis 0,3	11 1/2 : 24	18 1/2 : 20	12 1/2 : 20	48	92	62 1/2	63
0,4 „ 0,7	27 1/2 : 36	28 1/2 : 30	20 : 30	76	95	67	79
1,0 „ 1,8	25 : 30	23 1/2 : 25	20 : 25	83	94	80	86
2,3 „ 3,6	17 : 18	15 : 15	12 1/2 : 15	94	100	83	93

Es sind hier, wie früher, zur Erzielung gröfserer Uebersichtlichkeit aus den Einzelwerthen der Verstimmungen Zonen gebildet und die darunter fallenden Urtheile zusammengerechnet.

Zunächst die Ergebnisse für Stumpf, die am Deutlichsten sprechen, lassen keinen Zweifel, dafs für diesen Beobachter der subjective Reinheitspunkt erst bei einer erheblichen Vergröfserung des Intervalls liegt. Verkleinerungen wurden fast ausnahmslos als Verkleinerungen aufgefafst, selbst wenn sie nur 0,1 bis 0,3 Schwingungen betrugen; dagegen wurde eine Vergröfserung von 0,3 bis 0,8 immer noch viel häufiger als Verkleinerung denn als Vergröfserung aufgefafst. Eine grofse Terz mufste, um diesem Beobachter unter den angegebenen Umständen als rein zu erscheinen, objectiv mindestens um eine Schwingung zu grofs sein.

Bei den anderen Beobachtern läfst sich Analoges erkennen, wenn man statt der kleinsten Abweichungen nach der Minusseite die zweite Zone ins Auge fafst, welche ja auch in Hinsicht der Gröfse der Verstimmung erst ungefähr der ersten auf der Plusseite entspricht. Hier stehen bei Biedermann 76 % richtige Urtheile gegen 46 auf der Plusseite, bei Meyer 67 % gegen 55.

Da also auch bei diesen Beobachtern der nämliche Zug, wenn auch nicht in solchem Maafse ausgeprägt, sich findet, hat die Addition der Ergebnisse auch hier einen Sinn; und so mag

der Gang der Procentzahlen in der letzten Rubrik uns beiläufig das durchschnittliche Verhalten von Individuen mit gutem Gehör unter den vorliegenden Umständen versinnlichen. Dabei ist immer zu beachten, dafs die drei äufseren Zonen auf beiden Seiten sich in Hinsicht der Gröfse der Verstimmungen ungefähr entsprechen, während die innerste Zone der Minusseite kein Pendant auf der Plusseite hat. So erhalten wir wieder eine Urtheilscurve, die die ungleiche Empfindlichkeit für Vergröfserung gegenüber Verkleinerung des Intervalls deutlich wiedergiebt. Noch weit schärfer tritt das Verhalten aber in STUMPF's Urtheilscurve für sich allein hervor.

Ergebnisse für die kleine Terz (500 : 600).

Betrag der Verstimmung des höheren Tons	Verhältnifs der richtigen Urtheile zu sämmtlichen Urtheilen			% richtige Urtheile		
	BIEDERMANN	STUMPF	MEYER	B.	ST.	M.
+ 3,5 bis 2,0	25 : 27	47 1/2 : 54	35 1/2 : 45	93	88	79
1,7 „ 1,2	15 : 18	28 : 36	23 1/2 : 30	83	78	78
0,8 „ 0,3	9 1/2 : 12	10 : 24	12 : 20	79	42	60
— 0,1 „ 0,3	7 : 12	18 : 24	11 1/2 : 20	58	75	57 1/2
0,4 „ 0,7	10 1/2 : 18	28 : 36	19 1/2 : 30	58	78	65
1,0 „ 1,8	10 : 15	27 1/2 : 30	15 : 25	67	92	60
2,3 „ 3,6	6 : 9	16 : 18	9 1/2 : 15	67	89	63

Mit der Tabelle für die kleine Terz im 1. Capitel (S. 96) läfst sich diese nicht durchweg vergleichen, weil die angewandten Verstimmungen diesmal im Ganzen kleiner sind und die Zonen beiderseits nicht zusammenfallen. Doch liefern ähnliche Zonen hier und dort ähnliche Zahlen (z. B. die Zone + 3,5 bis + 2,0 hier 86 %, bez. ohne MEYER 89 1/2 %, dort die Zone + 3,9 bis + 2,5 90 %. Die Zone — 2,3 bis — 3,6 hier 75 % bez. 81 1/2 %, dort 73 %).

Dagegen ist es nun sehr auffallend, dafs in der Hauptsache, in dem Verhalten gegen Verkleinerungen und Vergröfserungen, bei STUMPF ein dem früheren g e r a d e e n t g e g e n g e s e t z t e s Ergebnifs herauskommt. Eine äufserst geringe Verkleinerung

wird hier schon in 75 % Fällen als Verkleinerung beurtheilt, eine Zone gleicher und stärkerer Vergröſserung dagegen als Vergröſserung nur in 42 % Fällen. Wonach man schlieſsen müſste, daſs der subjective Reinheitspunkt bei der kleinen Terz ebenso wie bei der groſsen auf der Plusseite liege; entgegengesetzt dem was wir im 1. Capitel fanden. Bei den zwei anderen Beobachtern zeigt sich das frühere Verhalten wenigstens insofern, als auf der Minusseite überhaupt, auch in der Zone gröſster Verstimmung, lange nicht so viele richtige Urtheile vorkommen wie auf der Plusseite.

Wegen des stark abweichenden Verhaltens von Stumpf muſs man hier davon absehen, die Ergebnisse der drei Beobachter zusammenzurechnen, da dies nur zu Fehlschlüssen führen könnte. Aber wie erklärt sich dieses Verhalten selbst gegenüber dem früheren desselben Beobachters?

Wer sich die Sache leicht machen will, braucht nur zu sagen, daſs „angesichts so widersprechender Ergebnisse die Versuche werthlos sind". Wissenschaftlicher aber scheint es, angesichts der regelmäſsigen Anordnung der Tabellen hier wie dort eine Interpretation zu versuchen, die uns in der Erkenntniſs der Urtheilsbedingungen weiterführt. Handelte es sich um die Feststellung einer physikalischen Thatsache, so würden freilich widersprechende Beobachtungsreihen einfach auf eine Fehlerquelle hindeuten, die die eine von beiden Reihen oder beide werthlos macht. Hier aber ist ja gerade das Verhalten des Urtheils selbst Gegenstand der Untersuchung und kann man von Fehlerquellen nur dann und insofern reden, als eine Untersuchung evident zweckwidrig angestellt wäre, als ein Einfluſs, den man von vornherein hätte voraussagen können, die Ableitung neuer Erkenntnisse über die Bestimmungsgründe des Urtheils aus den Tabellen unmöglich machte. Dies ist aber hier nicht der Fall. Ein Factor, wie er hier gewirkt haben muſs, lieſs sich unmöglich voraussehen. Und so kann vielleicht gerade die Abweichung der Ergebnisse uns etwas über wechselnde Bedingungen des Reinheitsurtheils lehren.

Ich halte es für wahrscheinlich, und die Selbstbeobachtung scheint es mir, so weit sie in der Erinnerung möglich ist, zu bestätigen, daſs eine Art von Umstimmung des akustischen Geschmackes die Schuld trägt. Wenn man, wie es bei den neuen Versuchen der Fall war, mit groſsen Terzen begonnen

und längere Zeit mit ihnen experimentirt hat, so kann sich, da hier die Vergröfserung bevorzugt wird, eine Vorliebe für schärfere Intonation überhaupt herausbilden, die dann auch auf die kleine Terz wirkt, wenn man unmittelbar zu dieser übergeht. Man kann an die Analogien des Geschmackssinnes denken, an die Gewöhnung an scharfgewürzte oder saure oder süfse Speisen. Ein an Pfeffer gewöhnter Gaumen findet die normalgewürzten Speisen schal. In unserem Fall würde ich nun zwar nicht eine Umstimmung der Empfindung als solcher annehmen, wie sie beim Geschmackssinn stattfindet, sondern nur eine Umstimmung des ästhetischen Gefühls und Urtheils. Aber auch der Geschmack im ästhetischen Sinne bietet Beispiele genug für solche Umstimmungen.

Es sind, scheint es, drei Fälle zu unterscheiden. In der Musik, wenn Dur und Moll in einzelnen Accorden beständig mit einander wechseln, dürfte in Folge des Bedürfnisses der Contrastirung die Durterz noch etwas vergröfsert, die Mollterz verkleinert werden. Eine gegebene reine Mollterz erscheint dann also noch zu grofs. Wenn aber auf eine ganze Versuchsreihe mit der grofsen Terz ohne hinreichende Zwischenpause eine solche mit der kleinen Terz folgt (diese Versuchsreihen wurden öfters unmittelbar nach einander oder an demselben Tage ausgeführt), dann scheint eine Gewöhnung an scharfe Intonation zu wirken und das Bedürfnifs ausdrucksvoller Contrastirung dagegen zurückzutreten. Eine gegebene reine Mollterz erscheint dann also zu klein. Wenn endlich bei Versuchsreihen gröfsere Zwischenpausen eingehalten oder gar (wie bei den Versuchen des 1. Cap.) nur kleine Terzen vorgelegt werden, dann wirken die musikalischen Erfahrungen nach und bedingen wieder eine Neigung zur Verkleinerung des Intervalls, das reine erscheint zu grofs.

Dafs bei den anderen Beobachtern der nämliche Factor nicht eine Verlegung des subjectiven Reinheitspunktes auf die Plusseite, sondern nur eine weniger als sonst ausgesprochene Bevorzugung der Minussseite zur Folge hatte, hängt wohl damit zusammen, dafs bei Stumpf überhaupt die Einflüsse, die den subjectiven Reinheitspunkt vom objectiven nach der einen oder anderen Seite hin verschieben, besonders wirksam scheinen, wie wir dies früher bereits fanden und auch später noch finden

werden. So stofsen wir hier auch auf bemerkenswerthe wenngleich nur graduelle Unterschiede der Individuen.

Unter den während dieser Versuche gemachten Notizen finde ich auch die, dafs mich nach einer längeren Versuchsreihe mit kleinen Terzen eine einzelne grofse geradezu unangenehm berührte, in welcher Abstimmung sie auch vorgelegt wurde. Aehnliches berichteten auch andere Beobachter. Es findet also der Einflufs auch in umgekehrter Richtung statt. Und es wäre möglich, dafs die Neigung zur Vergröfserung der grofsen Terz ohne solchen Einflufs von Seite der kleinen in den Versuchen noch stärker hevorgetreten wäre.

Ist die angegebene Deutung des Befundes richtig, so lehrt dies Beispiel doch zugleich aufs Neue, wie vorsichtig man bei Folgerungen aus Versuchstabellen sein mufs. Wäre zufällig nicht früher die kleine Terz für sich allein untersucht worden, so hätte man aus den obigen Tabellen eine Neigung vermuthen können, Terzen überhaupt oder wenigstens aufsteigende Terzen zu erhöhen. Oder wären nicht zufällig die nämlichen Beobachter früher wie jetzt thätig gewesen, so hätte man wahrscheinlich sich begnügt zu sagen: Mancher wünscht die kleine Terz vermindert, Mancher vergröfsert.

2. Eine zweite Methode bestand darin, dafs unter den 37 Zungen nur wenige Paare ausgewählt wurden, eine Zunge in jeder Versuchsreihe unter dem objectiven Reinheitspunkt 600, eine darüber; und dafs nun die bezüglichen beiden Verstimmungen in ganz ungeordneter Folge vorgelegt wurden. Einer der drei Betheiligten legte die Intervalle vor, ein Anderer oder die beiden Anderen hatten immer ihr Urtheil aufzuschreiben. Jeder durfte sich beliebige Wiederholung eines Versuchs ausbitten, bis er sicher zu sein glaubte.

Hier war es besonders wichtig, dafs je zwei zusammengehörige Zungen a_1 und a_2, b_1 und b_2 u. s. f. sich nicht merklich durch die Klangfarbe unterschieden. Es wurden daher nur solche, die in dieser Hinsicht ununterscheidbar ähnlich waren, zugelassen. Vorher wurde die Probe gemacht, ob die Beobachter im Stande waren, die Zungen an der Farbe wiederzuerkennen, in welchem Falle die Combination unbrauchbar war. Dafs auch eine Unterscheidung hinsichtlich der absoluten Tonhöhe ausgeschlossen war, wurde ebenfalls festgestellt, indem der Grundton bei Seite gelassen und nur die beiden Zungen a_1 und a_2 u. s. w.

in entsprechendem Zeitabstande vorgelegt wurden, mit der Frage, ob es die höhere oder die tiefere sei.

Zwischen allen Versuchen einer Reihe wurden beträchtliche Pausen gemacht und diese Pausen meist auch mit Gespräch ausgefüllt, um auch so die Möglichkeit eines Vergleichens der absoluten Tonhöhen der Töne a_1 und a_2 u. s. w. auszuschliefsen.

Bei der Auswahl der beiden in einer Versuchsreihe zu combinirenden Verstimmungen hätte es am nächsten gelegen, sie gleich grofs zu nehmen, und zwar natürlich gleichweit entfernt vom subjectiven Reinheitspunkt. Eine Kenntnifs des letzteren würde also hier schon vorausgesetzt sein, und die Versuche könnten in dieser Hinsicht nur als Controle dienen. Aber einmal ist die Lage des Punktes nicht hinreichend genau zu bestimmen und wäre bei der kleinen Terz die Frage entstanden, inwieweit der zuletzt besprochenen Verschiebung Rechnung zu tragen sei, sodann waren auch nicht immer entsprechende Zungen von genügend gleicher Klangfarbe vorhanden. In Wirklichkeit wurden für beide Terzen die nämlichen Zungenpaare benützt, und zwar immer gröfsere Verstimmungen nach der Plusseite als nach der Minusseite, obschon dies nur bei der grofsen Terz mit der Lage des subjectiven Reinheitspunktes unzweifelhaft übereinstimmte. Folgende Erwägungen werden aber zeigen, dafs es diesmal überhaupt nicht wesentlich auf den genannten Punkt ankam.

Man mufs im Grunde sagen, dafs bei allen solchen Untersuchungen jede neue „Methode" zugleich einen neuen Gegenstand bedeutet. Immer wird durch die veränderten Umstände doch auch die Fragestellung selbst mehr oder minder verschoben. Es wird nicht mehr genau dasselbe Urtheil, dieselbe psychologische Leistung nur auf anderem Wege untersucht, sondern auch dem Urtheil selbst eine andere Richtung, ein anderer Gegenstand gegeben. Mag es sich immerfort um die Reinheit von Terzen handeln: das ist doch nur ein ganz abstractes Stück der Fragestellung, die näheren Umstände können den Sinn der Frage psychologisch wesentlich alteriren, auch selbst wenn sie den Worten nach unverändert geblieben ist. So ist es hier. Der Urtheilende weifs, dafs es sich nur um zwei Intervalle handelt, und dafs das eine objectiv und vielleicht auch subjectiv zu grofs, das andere zu klein ist. Dadurch ist seinem Bewufstsein eine gewisse Determination gegeben: das Urtheil darüber,

welches Intervall zu grofs und welches zu klein ist, fällt nun zusammen mit dem Urtheil, welches das gröfsere und welches das kleinere von beiden ist.

Allerdings entscheidet er sich hierüber — das entspricht nicht blos unserer bestimmten Selbstbeobachtung sondern ist auch nach den Versuchsumständen nicht anders möglich — auf Grund des Eindrucks „zu grofs“ oder „zu klein“. Aber dieser Eindruck selbst ist mitbestimmt durch die augenblickliche Sachlage, er besteht in einem Gefühl der gröfseren oder geringeren Spannung, der relativen Schärfe oder Mattigkeit des Intervalls, wobei „relativ“ zu betonen ist. Es hätten vielleicht auch beide Verstimmungen in einer Versuchsreihe auf der Plus- oder beide auf der Minusseite genommen werden und sich doch dieser selbe Unterschied des Gefühls einstellen können, nachdem sie einige Male gehört worden waren. Die Schärfe oder Mattigkeit eines Intervalls ist in solchem Falle nicht blos abhängig von dem Betrag und der Richtung der Verstimmung, sondern auch von dem zweiten Intervall, mit welchem es abwechselt. Man könnte sagen, dafs der subjective Reinheitspunkt in Folge dessen etwas Relatives erhält, dafs er seine Stelle je nach der Beschaffenheit der beiden Intervalle verändert, aber natürlich nur innerhalb enger Grenzen. Darüber hinaus tritt das absolute Reinheitsurtheil in seine Rechte, und der Beobachter wird dann, wenn also die Verstimmungen beide zu weit nach der einen Seite vorgeschoben werden, nicht mehr eines für zu grofs, das andere für zu klein ansehen, sondern dabei bleiben, dafs beide zu klein oder beide zu grofs sind.

Dieser Einflufs der beiden in einer Versuchsreihe benützten Intervalle auf einander erheischt und verdient noch eine genauere psychologische Formulirung. Er ist nicht als eine Contrastwirkung im gewöhnlichen Sinn aufzufassen, da die Intervalle zeitlich zu weit getrennt waren. Er beruht auch nicht auf einer Vergleichung des augenblicklichen Intervalles mit dem Gedächtnifsbild des anderen: denn ebensowenig wie die absolute Tonhöhe des variablen Tones von einem zum anderen Versuch im Gedächtnifs behalten und verglichen wurde, ebensowenig und noch weniger geschah dies mit dem Intervall selbst, das aus dem variablen und dem constanten Ton zusammengesetzt war. Sondern der Beobachter orientirte sich — so mufs man nach den Erinnerungen und der Sachlage annehmen — zunächst an irgend

einem der ersten Fälle innerhalb dieser Reihe, einem, der ihm ganz deutlich erschien, bei dem er das Gefühl des Scharfen oder des Stumpfen in ausgesprochener Weise hatte. Dieses Gefühl nun blieb allerdings im Gedächtniſs, mit seiner charakteristischen Qualität und Intensität. Und wenn dann ein Intervall erschien, woran man einen solchen Charakter nicht deutlich wahrnahm, so wurde es als das entgegengesetzte aufgefaſst, erlangte aber zugleich in Folge dessen im Bewuſstsein des Hörenden auch wirklich in gewissem Grade den umgekehrten Gefühlscharakter. Dieser Vorgang erscheint sehr bemerkenswerth.

Ein Contrast also lag vor, aber nicht ein Empfindungscontrast, sondern ein Gefühlscontrast, und auch dieser nicht in Folge einer unmittelbaren Aufeinanderfolge der Empfindungen (wie beim Farbencontrast) oder einer Vergleichung mit Hülfe des Gedächtnisses, sondern in Folge eines unwillkürlichen Auffassungsvorganges. Ich betone aber, daſs das Intervall, das unter dem Einfluſs des Contrastes stand, nicht etwa blos durch einen logischen Exclusionsschluſs seiner Eigenthümlichkeit nach erkannt und benannt wurde. Es trug in der That einen entsprechenden Gefühlscharakter. Nur hatte es diesen erst durch den Gegensatz zu dem anderen Intervall erworben, während es an sich vielleicht noch als rein empfunden worden wäre; oder wenigstens war jener Charakter durch den Gegensatz gesteigert worden.

Ich will auch nicht sagen, daſs es durchgängig so gewesen wäre, sondern nur, daſs ein solcher Einfluſs vielfach mitbestimmend war.

Die Urtheilenden gaben in Folge dessen auch vielfach an, daſs ihnen die beiden Intervalle gleichweit vom subjectiven Reinheitspunkt entfernt, um den gleichen Betrag verstimmt erschienen, wenn dies auch der wirklichen Lage des Reinheitspunktes nicht entsprach. In anderen Fällen allerdings wurde die Verstimmung als ungleich groſs beurtheilt. Namentlich wurde bei der groſsen Terz das vergröſserte Intervall [illegible] der [illegible] stärkeren Verstimmung [illegible] [illegible] und nur [illegible] [illegible] wieder ein Zeichen für die [illegible] Bevorzugung der [illegible] bei der groſsen Terz.

[illegible] [illegible] Willkürlichkeit zu [illegible]. Denn es geht aus diesen Bewegungen [illegible] ein [illegible] der beiden [illegible] von ein

jectiven Reinheitspunkt nicht in erster Linie nothwendig war. Zugleich ist uns aber dabei wieder ein Theil des psychologischen Mechanismus der Reinheitsurtheile klar geworden, auf den wir im Uebrigen zunächst nicht mehr als nothwendig eingehen wollen.

Um übrigens die Methode auch für die Ermittelung des subjectiven Reinheitspunktes brauchbar und überhaupt allgemeiner anwendbar zu machen, bedarf sie nur einer Erweiterung: man mufs nicht blos zwei sondern eine Mehrzahl von positiven und negativen Verstimmungen in jeder Versuchsreihe vorlegen. In dieser vollkommeneren Form ist sie nachher von M. Meyer angewandt worden (3. Cap.).

Die Intervalle wurden auch diesmal nur aufsteigend genommen. Die Umkehrung hätte unter diesen Umständen keine besonderen Belehrungen bringen können.

Ergebnisse für die grofse Terz (480 : 600).

Verstimmungen des Tones 600	Verhältnifs der richtigen zu sämmtlichen Urtheilen			°/₀ richtige Urtheile für Bied. + St.
	Biedermann	Stumpf	Meyer	
a) + 1,5 / — 0,3	40 : 40	31 : 35	47 : 60	95
b) + 1,2 / — 0,3	29 : 30	26 : 30	24 : 40	92
c) + 0,8 / — 0,2	29 : 30	19 : 30	—	80
d) + 0,6 / — 0,1	15 : 30	20 : 30	—	58

Die erste Columne der Tabelle giebt die Stimmung der beiden Zungen an, die abwechselnd mit 480 verbunden dem Urtheil vorgelegt wurden. a), b), c), d) sind die vier untersuchten Paare von Verstimmungen. Die in den drei folgenden Rubriken angegebenen Verhältnifszahlen sind jedes Mal aus 3—6 Versuchsreihen gewonnen, da jede Versuchsreihe wegen der besonderen damit verbundenen Anstrengung gewöhnlich nur 10 Fälle umfafste. Die ersten Fälle einer Reihe wurden nach Beendigung der Reihe immer noch einmal vorgelegt.

Der Abstand der beiden variablen Töne des Intervalls wird

von a) bis d) immer geringer, von 1,8 bis zu 0,7. Man sieht, wie dem entsprechend auch die Sicherheit des Urtheils geringer wird. Bei Meyer ist sie schon bei b) fast ganz verloren, indem die richtigen Urtheile nur wenig die falschen überwiegen. Bei Biedermann bleibt sie bis c) eine fast unfehlbare, sinkt dagegen in d) auf den Nullpunkt; während bei Stumpf die richtigen zu den sämmtlichen Fällen in den beiden letzten Gruppen sich wie 2:3 verhalten. Diese individuellen Unterschiede gründen bei Meyer jedenfalls in seiner damaligen relativ noch geringeren Uebung, bei Bied. und St. dagegen wohl in zufälligen Dispositionen, auf die bei derartigen Versuchen unstreitig viel ankommt. Die Zahl der Versuche ist nicht grofs genug, um solche völlig auszugleichen. Bei der kleinen Terz werden wir, während sonst die Ergebnisse analog sind, für die Fälle c) und d) nichts derartiges finden. Wir dürfen daher diesen Unterschied als zufällig betrachten und rechnen auch hier am besten die Ergebnisse, wenigstens für diese beiden Beobachter, zusammen, wie in der letzten Rubrik geschehen ist.

Man darf hiernach sagen, dafs ein gut musikalisches und akustisch geübtes Ohr noch im Stande ist, zwei grofse Terzen mittlerer Tonlage in Hinsicht ihrer Reinheit noch zu unterscheiden, wenn ihr Unterschied auch nur, wie bei c), eine einzige Schwingung beträgt. Bei einer Differenz von zwei Schwingungen kann das Urtheil unter solchen Umständen als unfehlbar gelten.

Ergebnisse für die kleine Terz (500 : 600).

Verstimmungen des Tons 600	Verhältnifs der richtigen zu sämmtlichen Urtheilen			°/o richtige Urtheile überhaupt
	Biedermann	Stumpf	Meyer	
a) + 1,5 / — 0,3	10 : 10	9 : 10	28 : 30	94 (95)
b) + 1,2 / — 0,3	30 : 30	27 : 30	22 : 30	88 (95)
c) + 0,8 / — 0,2	30 : 30	26 : 30	20 : 30	84 (93)
d) + 0,6 / — 0,1	21 : 30	20 : 30	17 : 30	64 (68)

Wiederum ist für Meyer die Grenze der Sicherheit früher eingetreten als für die beiden anderen: sein Verhalten bei c) entspricht dem der anderen bei d). Aber die Verschiedenheit ist hier überhaupt nicht so grofs. Während die grofse Terz für Meyer schon bei b) nahezu ebensoviel falsche als richtige Urtheile lieferte, ist dies hier erst bei d) der Fall. Seine Zahlen sind darum in der letzten Rubrik mitgerechnet, um ein Bild des durchschnittlichen Verhaltens geübter Ohren zu bekommen; in Klammern sind die Procentzahlen für Biedermann + Stumpf beigefügt.

Dafs im Ganzen diese Tabelle noch etwas günstigere Ergebnisse zeigt als die für die grofse Terz, mag theilweise vielleicht auf dem geringeren Tonabstand der Intervalltöne beruhen, hauptsächlich aber wohl auf noch weiter gesteigerter Uebung, da diese Versuche zeitlich auf die mit der grofsen Terz folgten.

Nicht ohne Interesse ist endlich die Verteilung der falschen Fälle auf die beiden Verstimmungen in den verschiedenen Versuchsreihen. Alle Beobachter zusammengenommen (ihr Verhalten war darin ein gleichmäfsiges) vertheilen sich die falschen Urtheile so:

	Grofse Terz		Kleine Terz	
	Minusseite	Plusseite	Minusseite	Plusseite
a)	10	7	2	1
b)	11	10	9	2
c)	6	6	8	6
d)	10	15	18	14

Bei der grofsen Terz kommen also, wenn wir von der gröfsten Differenz (*a*) ausgehen, zuerst mehr falsche Urtheile bei den negativen Verstimmungen, zuletzt mehr bei den positiven. Da die Abnahme der Verstimmung wesentlich auf der Plusseite erfolgte (von + 1,5 bis zu + 0,6), und der subjective Reinheitspunkt der grofsen Terz entschieden auf dieser Seite liegt, so ist die Verschiebung unschwer zu begreifen. Zuerst liegt eben die Verstimmung noch hinreichend jenseits des Reinheitspunktes, zuletzt rückt sie ihm sehr nah, ja über den normalen Reinheitspunkt hinaus, so dafs hier nur durch den oben geschilderten psychologischen Vorgang noch sozusagen künstlich-richtige Urtheile entstehen.

Bei der kleinen Terz hingegen bleibt das Uebergewicht der

falschen Fälle immer auf der negativen Seite. Dies wird damit zusammenhängen, daſs der normale subjective Reinheitspunkt hier eben auf dieser Seite liegt, so daſs also die Verstimmungen, die ohnedies auch physikalisch auf dieser Seite äuſserst gering sind, psychologisch (vom subjectiven Reinheitspunkt gerechnet) zu Null oder gar umgekehrt zu Vergröſserungen werden und man geneigter ist, ein solches Intervall als zu groſs zu schätzen. Man hätte es wahrscheinlich in noch viel mehr Fällen gethan, hätte nicht wieder jener psychologische Contrastvorgang entgegengewirkt, der die Tendenz hat, den subjectiven Reinheitspunkt gegen die Mitte der beiden benützten Verstimmungen, also mehr gegen die Plusseite hin, zu verschieben.

Freilich sind die Zahlen dieser letzten Tabelle überhaupt nur klein und können ein paar falsche Urtheile mehr oder weniger leicht Product des Zufalls sein, deswegen wollen wir auf die Erscheinungen der Vertheilung nicht zuviel Gewicht legen, wenn auch ihre Uebereinstimmung mit den früheren Ergebnissen und Betrachtungen bemerkenswerth erscheint.

Als wesentliche Ergebnisse der bisher beschriebenen Versuche möchte ich die folgenden bezeichnen:

1. Bei der kleinen Terz mit zeitlicher Aufeinanderfolge der beiden Töne wird von musikalisch Geübten unter gewöhnlichen Umständen eine Verkleinerung des Intervalls anstatt der sog. natürlichen Stimmung 5 : 6 vorgezogen, und zwar besonders bei aufsteigender Tonbewegung. Die Verkleinerung ist jedoch bei weitem nicht so groſs wie die der temperirten oder der pythagoreischen kleinen Terz; sie beträgt für die mittlere Tonlage, soweit sich ein bestimmtes Maaſs erschlieſsen läſst, beiläufig $1^1/_2$ Schwingungen.

2. Bei der groſsen Terz wird unter gleichen Umständen umgekehrt eine Vergröſserung des Intervalls an Stelle des Verhältnisses 4 : 5 vorgezogen (der Unterschied der auf- und absteigenden Tonbewegung ist nicht untersucht). Die Vergröſserung beträgt aber wiederum viel weniger als die der temperirten und der pythagoreischen groſsen Terz und kann für die mittlere Tonlage mit gleicher Reserve auf etwa 1 Schwingung geschätzt werden.

3. Individuelle Unterschiede sind nicht zu verkennen,

auch unter den Musikalischen und Geübten, doch scheinen sie nur gradueller Natur zu sein.

4. War das Gehör längere Zeit durch Reinheitsversuche über die grofse Terz in Anspruch genommen, so kann es auch für die kleine zeitweilig in gleichem Sinn umgestimmt werden (umgestimmt in ästhetischer Bedeutung des Wortes). Dieser Einflufs ist aber wieder individuell sehr ungleich und trat nur bei dem Beobachter, der zugleich die stärkste Neigung zur Alterirung der Intervalle überhaupt zeigte, so kräftig in die Erscheinung, dafs geradezu eine Umkehrung in der Richtung der bevorzugten Intonation entstand.

5. Wenn nur zwei wenig verschiedene Abstimmungen einunddesselben Intervalls öfters nach einander (wenn auch mit gröfseren Pausen) vorgelegt werden, so kann dasjenige, das dem Beobachter deutlicher nach einer Richtung hin verstimmt erscheint, auf die Schätzung des anderen einen Einflufs in dem Sinn üben, dafs dieses nun deutlicher, als es aufserdem der Fall wäre, nach der umgekehrten Richtung verstimmt erscheint (Gefühlscontrast).

Mit Rücksicht auf Nr. 4 und 5 mufs man zugeben, dafs der subjective Reinheitspunkt auch bei dem nämlichen Individuum durch die augenblicklichen Versuchsumstände, abgesehen noch von allem musikalischen Zusammenhang, verschoben werden kann.

Drittes Capitel.

Versuche mit grofser Terz, Quinte und Octave.

(M. Meyer.)

1. Technische Einrichtungen. Es kam bei diesen Versuchen darauf an, die Intervalle einerseits durch möglichst einfache, andererseits durch möglichst obertonreiche Töne darzustellen. Als Tonquellen dienten deshalb Stimmgabeln auf Resonanzkasten, bei denen mit unbewaffnetem Ohre kein Oberton wahrgenommen werden konnte, und kräftig angeblasene Zungen, die über 20, zwar nicht sämmtlich hörbare, aber objectiv nachzuweisende Obertöne geben, also wohl eine der schärfsten überhaupt herzustellenden Klangfarben liefern. Als Höhenlage wurde das Gebiet der ein- und zweigestrichenen

Octave gewählt, da in diesem die gröfste Sicherheit und Leichtigkeit des Urtheils zu erwarten war.

Zu den Versuchen mit Zungentönen dienten je eine Zunge von 300, 400 und 480, sowie 37 Zungen von nahezu 600 Schwingungen. Von letzteren Zungen wurde die zu den Versuchen erforderliche Anzahl solcher ausgewählt, die möglichst geringe Unterschiede der Klangfarbe und Tonstärke zeigten, und durch Schaben auf die gewünschte Stimmung gebracht. Da Zungen durch Temperaturschwankungen leicht verändert werden, so wurde die Stimmung genügend oft controlirt.

Die Intervalle rein zu stimmen ist bei Tönen von so scharfer Klangfarbe nicht schwer. Man braucht nur darauf zu achten, dafs Schwebungen der zusammenfallenden Obertöne gänzlich verschwinden. Die höheren Obertöne schweben der Natur der Sache nach bei minimalen Verstimmungen der Grundtöne noch merklich langsam. Man kann daher, wenn man für den Fortfall aller merklichen Schwebungen sorgt, eine aufserordentliche Genauigkeit der Abstimmung erzielen.

Nach der so abgestimmten Normalzunge 600 wurden dann die anderen, etwas differirenden Zungen gestimmt, jedoch nicht durch Zählen der Schwebungen, die sie mit der Normalzunge machten, sondern auf indirecte Weise. Sehr nahe an einander liegende, von derselben Windlade aus angeblasene Zungen geben nicht so viel Schwebungen, als ihre Schwingungszahlen bei gesondertem Anblasen differiren, weil die Zungen bei kleinen Höhenunterschieden sich an einander anpassen. Man mufs daher zunächst eine Hülfszunge bestimmen, die um mehrere Schwingungen von der Normalzunge abweicht, und dann die Schwebungen zählen, welche die abzustimmenden Zungen mit jener hervorbringen. Bei der Bedienung des Blasetisches mufs darauf geachtet werden, dafs der Reservebalg stets bis zu einer gewissen Höhe gefüllt ist und nur wenige Centimeter grofse Schwankungen macht, da gröfsere Schwankungen nicht ohne Einflufs auf den Winddruck und damit auf die Tonhöhe der Zungen bleiben.

Die bei den Versuchen benutzten Resonanzgabeln wurden zur Erzielung gleichmäfsiger Tonstärke auf mechanischem Wege angeschlagen. Es ist eine bekannte Thatsache, dafs stark tönende Gabeln einen tieferen Ton hören lassen als schwach

tönende[1]; man mufs daher die Tonstärke so gleichmäfsig machen, als man es erreichen kann. Aufserdem ist es auch leicht möglich, dafs durch unerwartete Stärkeschwankungen die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen ungünstig beeinflufst wird. Aus diesen Gründen wurde mechanischer Anschlag der Gabeln in Anwendung gebracht und zwar vermittelst federnder, mit Kautschukringen überzogener Hämmer, von denen jeder einzeln auf einem besonderen Gestelle befestigt war und zur Regulirung der Tonstärke mit leichter Mühe etwas näher an die Gabel herangebracht oder von ihr entfernt werden konnte. Die Töne wurden zur möglichsten Vermeidung aller störenden Geräusche so leise angegeben, als es, ohne die Beurtheilung zu erschweren, anging.

Die gewöhnliche Art der Verstimmung der Gabeln durch Verschiebung eines Laufgewichts erwies sich nur bei den Versuchen mit der grofsen Terz im Zusammenklange als brauchbar, wobei Verstimmungen bis zu 7 Schwingungen angewandt wurden. Wenn es sich jedoch um Bruchtheile einer Schwingung handelt, ist die Verschiebung eines Gewichts nicht zu empfehlen, da der Einstellungsfehler zu grofs ist. Es wurde daher die bereits an anderer Stelle[2] beschriebene Verstimmung vermittelst einer in die eine Zinke der Gabel eingesetzten Schraube zur Anwendung gebracht.

Ein rein gestimmtes Intervall ist bei Stimmgabeln nicht so leicht herzustellen, als bei Zungen. Da bei den als Tonquellen benutzten Gabeln keine Obertöne gehört werden (obwohl sie objectiv vorhanden sind), so mufs man die Intervallreinheit durch Fortfall der Schwebungen des Differenztons feststellen. Ist z. B. bei der grofsen Terz der höhere Ton um eine Schwingung verstimmt, so hört man in einer Secunde vier Schwebungen des tiefen Differenztons. Doch müssen die Gabeln zu diesem Zweck sehr stark zum Tönen gebracht werden.

Hat man auf diese Weise das reine Intervall hergestellt und

---

[1] Von Stumpf, Tonpsychologie Bd. I, S. 242, 253f., II, 104 besprochen. Der von Schischmanow (Wundt's *Philos. Studien* V, S. 571) behauptete Gegensatz zwischen Stumpf und Mach besteht gar nicht. Schischmanow hat wohl Recht, wenn er sagt, Stumpf nehme an, dafs von zwei nahezu gleich hohen Tönen der stärkere leicht für den höheren gehalten werde. Aber hier handelt es sich nicht darum, wie bei verschiedener Stärke ein Ton von beliebiger Klangfarbe beurtheilt, sondern in welcher Höhe ein einfacher (physikalischer) Ton empfunden wird.

[2] S. oben S. 67.

zwar für zwei Gabeln des bei den Versuchen zu verändernden Tones, so bleibt die Aufgabe, an der veränderlichen Gabel die Einstellungen der Schraube zu bestimmen, die den gewünschten Abweichungen von der normalen Tonhöhe entsprechen. Da Gabeln selbst bei kleinsten Differenzen sich nicht wie Zungen an einander anpassen, so kann man die Differenzen der Schwingungszahlen in diesem Falle leicht durch Zählen der Schwebungen feststellen, wenn die Gabeln nur genügend lange tönen, um das Zählen einer hinreichend grofsen Zahl von Schwebungen zu gestatten. Doch mufs man ja ohnedies zu derartigen Versuchen Gabeln benutzen, deren Dämpfung so gering wie möglich ist.

Man kann jedoch bei der Benutzung von Schrauben zur Verstimmung auch so geringe Höhenunterschiede recht genau abmessen, bei denen die Schwebungen gar zu langsam sind, als dafs man eine gröfsere Zahl davon abzählen könnte, Differenzen von einer halben Schwingung und darunter. Man braucht nur zu untersuchen, nach welchem Gesetze sich die Tonhöhe der Gabel mit der Drehung der Schraube ändert. Dann kann man auch für ganz minimale Tonhöhenunterschiede die entsprechende Einstellung der Schraube finden.

2. Versuchspersonen. Es waren aufser Prof. Stumpf zwei Damen, Frl. Hutzelmann und Frl. Kohlrausch, und vier Herren, Horneffer, Lange, Laurischkus und Dr. Loewenfeld, die mit gröfster Bereitwilligkeit und aufserordentlicher Ausdauer als Beobachter fungirten. Diese Versuchspersonen sind sämmtlich hervorragend musikalisch, für Gesang oder für Instrumente oder für beides künstlerisch ausgebildet, zum Theil Zöglinge der Hochschule für Musik oder Studirende der Musikwissenschaft. Auch in den Ergebnissen zeigte sich eine genügende Gleichförmigkeit ohne hervorstechende individuelle Besonderheiten, wenn auch kleinere graduelle Unterschiede in der Sicherheit des Urtheils hie und da zu bemerken waren. Dadurch erscheint es gerechtfertigt, wenn wir nachher die Urtheile aller aufser Stumpf zusammenrechnen, wodurch allein eine hinreichende Anzahl von Urtheilen gewonnen werden kann, ohne an die Zeit und Geduld der Theilnehmer unmögliche Ansprüche zu stellen und die Gefahr der Uebermüdung herbeizuführen. Bei Stumpf wurde jedoch eine solche Anzahl von Urtheilen gewonnen, die für sich allein schon deutliche Regelmäfsigkeiten erkennen läfst und so eine Vergleichung mit den Collectivurtheilen ermöglicht; ähn-

lich wie bei den früheren Versuchen über Unterschiedsempfindlichkeit.[1]

3. Verlauf der Versuche. Der vorher festgestellte Plan der Untersuchung erfuhr während der Versuche einige Abänderungen. Z. B. wurden zunächst die Verstimmungen der Intervalle nach beiden Seiten hin gleich groſs und gleich zahlreich genommen. Bei der ersten Versuchsreihe stellte sich jedoch bereits heraus, daſs dies nicht durchführbar war. Die Beobachter fanden es auffallend, daſs fast gar keine zu groſsen Intervalle vorgekommen seien. Wäre nun der objectiven Vergröſserung der Intervalle nicht das Uebergewicht über die Verkleinerung gegeben worden, so wären die Beobachter doch öfters in Versuchung geführt worden, ein Intervall für zu groſs zu erklären, das ihnen gar nicht deutlich zu groſs erschien, da sie nun doch einmal die unvermeidliche Voraussetzung mitbringen, daſs ungefähr gleich viel Intervalle von der einen und anderen Art vorkommen werden; und es hätte dann die merkwürdige Thatsache, daſs die subjectiv reinen Intervalle gröſser als die in natürlicher Stimmung sind, nicht mit so groſser Bestimmtheit festgestellt werden können. Selbst bei der thatsächlich zur Anwendung gebrachten Vertheilung der verschiedenen Intervallgröſsen wiederholten sich die obigen Bemerkungen der Beobachter noch öfters. Die Neigung, die Intervalle gröſser als in natürlicher Stimmung zu nehmen, könnte also vielleicht noch gröſser sein, als aus den Tabellen zu erschlieſsen ist.

Daſs nicht bei allen Intervallen ganz genau gleiche Verstimmungen benutzt wurden, erklärt sich daraus, daſs der leichteren Einstellbarkeit der Stimmschraube wegen stets nur Veränderungen um ein Vielfaches von halben Schraubenwindungen vorgenommen wurden. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei verschiedenen Intervallen wird wenig durch die kleinen Abweichungen der Schwingungszahldifferenzen beeinträchtigt. In jeder Beziehung gleichartig bei allen Intervallen konnten die Abweichungen von der objectiven Reinheit ohne-

---

[1] S. oben S. 70f. Der Uebelstand, daſs die beiden Töne in Folge der Reflexion an den Wänden für verschiedene Beobachter nicht genau die gleiche Stärke haben (*das.* S. 72), verursachte auch hier manchen Aufenthalt, da der Versuch, wenn einer sich durch ungleiche Stärke gestört fand, für ihn modificirt wiederholt wurde. Ganz ist aber der Uebelstand allerdings nicht zu beseitigen.

dies nicht genommen werden, weil, wie sich alsbald herausstellte, die subjectiven Urtheilsbedingungen bei den verschiedenen Intervallen verschieden sind.

Es wurde darauf gehalten, dafs die Beobachter nicht ein vorher eingeprägtes Intervall als Maafsstab benutzten. Auch wurden zwischen den einzelnen Verstimmungen Pausen gemacht, um die Beeinflussung des Urtheils durch Vergleich des vorliegenden mit dem vorhergegangenen Intervall möglichst zu verringern. Die Aufeinanderfolge der einzelnen verstimmten Intervalle wurde möglichst so gestaltet, dafs ein Ausgleich dieser Beeinflussung zu erwarten war.

Die Einzelversuche wurden folgendermaafsen vorgenommen. Nach Erregung der Aufmerksamkeit der Beobachter durch ein Zeichen wurde der eine Hammer ausgelöst, die Gabel nach etwa drei Secunden langem Tönen gedämpft und dann nach etwa einer Secunde Pause die zweite Gabel zum Tönen gebracht und schliefslich auch diese gedämpft. Die Zwischenpause wurde so grofs gewählt, wie es den Beobachtern am angenehmsten war. Auf diese Weise wurde jeder Einzelversuch dreimal, und wenn einer der Beobachter es wünschte, noch öfter wiederholt, damit von keinem bei zufällig gerade verringerter Aufmerksamkeit ein Urtheil abgegeben würde. Dann folgte eine gröfsere Pause, in der die Neueinstellung der veränderlichen Gabel geschah. Nach Ablauf einer Stunde wurden die Versuche abgebrochen, jedoch zum Schlusse noch in der Regel die drei bis vier ersten Versuche der Reihe wiederholt, da bei diesen die Urtheilssicherheit gewöhnlich sehr gering war.

Die Einrichtung der Versuche bei gleichzeitigem Erklingen der beiden Töne war ganz entsprechend der bei Aufeinanderfolge. Es ist selbstverständlich, dafs ich mich bemühte, beide Gabeln möglichst gleichzeitig durch Auslösung der Hämmer anzuschlagen und zu dämpfen. Dies gelang auch so gut, dafs weder ich selbst noch einer der Beobachter den einen der beiden Töne etwas vor oder nach dem Zusammenklange für sich allein wahrnehmen konnte. In der That gehört eine derartige Ungeschicklichkeit bei den erforderlichen Manipulationen dazu, um den einen der beiden Töne vor oder nach dem Zusammenklange für sich allein wahrnehmbar werden zu lassen, dafs es jeder Experimentator als Beleidigung empfinden müfste, wenn ihn jemand einer solchen beschuldigen wollte. Kam ausnahmsweise

durch Abgleiten des Fingers vom Auslösungshebel etwas Derartiges vor, so wurde ein anderer Fall an die Stelle gesetzt.

Bei diesen Versuchen mit gleichzeitigen Tönen mufsten die Töne so schwach genommen werden, dafs die Differenztöne nicht die Aufmerksamkeit auf sich lenkten oder, wenn sie bemerkt wurden, wenigstens so undeutlich waren, dafs eine genaue Beurtheilung ihrer Tonhöhe nicht leicht möglich war. (Vgl. auch unten S. 152.)

Bei der Octave entsteht zwar kein Differenzton; doch liegt bei diesem Intervall der Uebelstand vor, dafs man die beiden Töne bei Abweichung von der natürlichen Stimmung schweben hört, wodurch das Urtheil beeinflufst werden kann. Ich habe deshalb in diesem Falle den schwebungsfreien Zusammenklang in objectiv reiner Stimmung gar nicht angewandt und aufserdem in Abweichung von den übrigen Fällen die Verstimmungen nach beiden Seiten hin ungefähr gleich grofs gemacht, um zu verhindern, dafs ein Beobachter, der bei einer bestimmten Frequenz der Schwebungen einmal deutlich z. B. eine Vergröfserung des Intervalls bemerkte, nun ein anderes Mal bei gleicher Frequenz das Urtheil blos auf Grund dieses äufserlichen Kriteriums wiederholte. Indessen waren die Schwebungen nicht so deutlich, dafs sie etwa regelmäfsig bemerkt wurden. (Vgl. auch hierzu S. 152.)

Mit Zungentönen konnten Versuche im Zusammenklang nicht angestellt werden, da die Störungen durch Schwebungen und Differenztöne hier doch zu stark werden können.

Zu erwähnen ist noch, dafs bei den Versuchen mit Zusammenklängen bei der Terz und Octave beide Töne veränderlich waren, um zu verhüten, dafs die Beobachter in Folge der Gröfse der angewandten Verstimmung das absolute Höhenurtheil für die Beurtheilung der Intervallgröfse zu Hülfe nahmen. (Näheres s. 6. Cap.). Im Uebrigen war nur Ein Ton veränderlich und zwar in der Regel der zweite. Nur bei der absteigenden Quinte und Octave war der erste Ton der veränderliche, worauf die Beobachter vorher aufmerksam gemacht wurden. Diese Veränderlichkeit des ersten Tones hätte freilich besser vermieden werden sollen. Doch scheint sie keinen wesentlichen Einflufs auf das Ergebnifs ausgeübt zu haben, da diejenigen Urtheile von Stumpf bei der absteigenden Quinte, bei denen der zweite Ton veränderlich war, von den früheren, bei denen es der erste war, sich nicht bemerkbar unterschieden.

Die Versuche wurden nicht in der Reihenfolge angestellt, wie sie unten in den Tabellen erscheinen. Nur im Allgemeinen kamen die mit der Terz zuerst, die mit der Octave zuletzt; aber nicht so, dafs zuerst ein Intervall ganz absolvirt wurde, dann ein anderes, oder dafs zuerst die Intervalle in aufsteigender, dann in absteigender Bewegung u. s. f. vorgenommen wurden. Vielmehr wurden die Versuche der einen Art öfters durch solche der anderen Art unterbrochen. Dadurch ist einer bestimmten Einwirkung eines Intervalls auf ein anderes oder einer Versuchsanordnung auf die andere möglichst vorgebeugt. Auch war die Zusammenstellung der Beobachter nicht immer dieselbe, manchmal war dieser, manchmal jener verhindert. Bei Collectivversuchen mit annähernd gleichmäfsiger Beschaffenheit der Beobachter hat dies keinen wesentlichen Nachtheil, kann aber wiederum beitragen, die Einwirkung einer Versuchsreihe auf die folgende (wie sie oben im 2. Cap. vermuthet wurde) zu paralysiren. Dazu kommt noch, dafs die Versuche zeitlich viel weiter — meist durch halbe oder ganze Wochen — von einander getrennt waren.

4. **Das Ergebnifs der Versuche.** In den folgenden Tabellen ist das Ergebnifs zusammengestellt. k. bedeutet, dafs das Intervall für zu klein, g., dafs es für zu grofs, r., dafs es für rein erklärt worden ist. Ganz selten vorkommende Urtheile, die nicht auf Reinheit, sondern auf eine der Richtung nach unerkannt gebliebene Abweichung von der Reinheit lauteten, sind den Reinheitsurtheilen zugezählt worden.

Aufsteigende Intervalle von Stimmgabeltönen.

	Wirkliche Zahlen						Verstimmungen	Procentzahlen					
	Collectivversuche			Stumpf				Collectivversuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r.	k.	g.	r.
I. Grofse Terz 480 : 600 (600 veränderlich)	58	3	9	—	—	—	— 1,58	83	4	13	—	—	—
	48	5	12	29	0	4	— 0,78	74	8	18	88	0	12
	21	16	28	22	0	11	0,00	32	25	43	67	0	33
	13	24	28	—	—	—	+ 0,75	20	37	43	—	—	—
	12	42	31	3	17	13	+ 1,47	14	49	37	9	52	39
	6	47	12	0	27	6	+ 2,18	9	72	19	0	82	18

(Aufsteigende Intervalle von Stimmgabeltönen.)

	Wirkliche Zahlen						Verstimmungen	Procentzahlen					
	Collectivversuche			Stumpf				Collectivversuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r	k.	g.	r.
II. Quinte 400 : 600 (600 veränderlich)	37	8	13	25	1	7	— 0,85	64	14	22	76	3	21
	30	12	19	18	2	13	0,00	49	20	31	55	6	39
	15	20	26	8	3	22	+ 0,90	25	33	42	24	9	67
	15	20	20	4	12	17	+ 1,34	27	36	37	12	36	52
III. Octave 300 : 600 (600 veränderlich)	38	5	16	29	0	4	— 0,46	64	9	27	88	0	12
	27	11	11	26	0	7	0,00	55	22	23	79	0	21
	17	20	22	14	1	18	+ 0,77	29	34	37	42	3	55
	18	22	16	9	0	24	+ 1,49	32	39	29	27	0	73

Absteigende Intervalle von Stimmgabeltönen.

	Wirkliche Zahlen						Verstimmungen	Procentzahlen					
	Collectivversuche			Stumpf				Collectivversuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r.	k.	g.	r.
IV. Grofse Terz 750 : 600 (600 veränderl.)	58	19	11	21	0	12	+ 1,49	66	22	12	64	0	36
	33	18	35	5	5	23	0,00	38	21	41	15	15	70
	7	21	28	0	19	14	— 1,61	12	38	50	0	58	42
	10	41	37	0	27	6	— 2,18	11	47	42	0	82	18
V. Quinte 600 : 400 (600 veränderlich, bei Stumpf in der zweiten Hälfte der Versuche 400 veränderlich)	30	12	14	18	6	9	— 0,85	54	21	25	55	18	27
	21	10	25	7	6	20	0,00	38	18	44	21	18	61
	19	15	22	4	15	14	+ 0,90	34	29	37	12	46	42
	14	29	13	2	21	10	+ 1,34	25	52	23	6	64	30
VI. Octave 600 : 300 (600 veränderl.)	26	18	9				— 0,46	49	34	17			
	25	10	19				0,00	46	19	35			
	10	30	15				+ 0,77	18	55	27			
	7	32	14				+ 1,49	13	60	27			

In Tab. IV bedeuten die +-Verstimmungen eine Verkleinerung des Intervalls, da der tiefere Ton der veränderliche ist. Die Verstimmungen sind überall von Verkleinerungen zu Vergröfserungen übergehend geordnet.

Zusammenklänge von Stimmgabeltönen.

	Wirkliche Zahlen						Ver-stimmungen	Procentzahlen					
	Collectiv-versuche			Stumpf				Collectiv-versuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r.	k.	g.	r.
VII. Grofse Terz 480 : 600 Beide Töne veränderlich	26	16	14	27	2	4	− 4	46	29	25	82	6	12
	22	11	17	—	—	—	− 3	44	22	34	—	—	—
	30	28	63	—	—	—	0	25	23	52	—	—	—
	9	33	24	—	—	—	+ 3	14	50	36	—	—	—
	11	32	18	2	20	11	+ 4	18	52	30	6	61	33
	10	49	11	—	—	—	+ 5	14	70	16	—	—	—
	2	51	7	—	—	—	+ 7	3	85	12	—	—	—
VIII. Quinte 400 : 600 600 veränderl.	32	7	14	23	1	9	− 0,95	60	13	27	70	3	27
	25	11	18	13	9	11	0,00	46	20	34	40	27	33
	13	18	23	7	11	15	+ 1,24	24	33	43	21	33	46
	13	24	18	7	12	14	+ 1,92	23	44	33	21	36	43
IX. Octave 300 : 600 Beide Töne veränderlich	14	7	3	30	2	1	− 3,10	58	29	13	91	6	3
	8	5	8	19	8	6	− 2,18	38	24	38	58	24	18
	5	7	9	2	8	23	+ 1,93	24	33	43	6	24	70
	6	14	4	0	13	20	+ 2,95	25	58	17	0	39	61

Aufsteigende Intervalle von Zungentönen.

	Wirkliche Zahlen						Ver-stimmungen	Procentzahlen					
	Collectiv-versuche			Stumpf				Collectiv-versuche			Stumpf		
	k.	g.	r.	k.	g.	r.		k.	g.	r.	k.	g.	r.
X. Grofse Terz 480 : 600 600 veränderl.	57	4	13				− 1,2	77	5	18			
	16	20	42				0,0	21	26	53			
	3	49	24				+ 1,4	4	64	32			
	13	37	10				+ 2,0	22	62	16			
XI. Quinte 400 : 600 600 veränderl.	19	17	16	19	2	12	− 0,8	37	33	30	58	6	36
	24	17	15	14	6	13	0,0	43	30	27	43	18	39
	10	32	12	4	22	7	+ 0,8	19	59	22	12	67	21
	17	27	10	7	19	7	+ 1,3	31	50	19	21	58	21
XII. Octave 300 : 600 600 veränderlich	23	8	10	31	0	2	− 0,5	56	20	24	94	0	6
	14	8	9	—	—	—	0,0	45	26	29	—	—	—
	22	15	10	12	2	19	+ 0,8	47	32	21	36	6	58
	14	14	15	17	1	15	+ 1,6	33	33	34	52	3	45
	12	27	4	0	22	11	+ 3,2	28	63	9	0	67	33

Viertes Capitel.

Bemerkenswerthe Regelmäfsigkeiten in den letzten Ergebnissen.

(C. Stumpf und M. Meyer.)

Handelt es sich nun darum, aus den vorstehenden Versuchsergebnissen Schlüsse zu ziehen, so ist zunächst zu beachten, dafs nach der Einrichtung der Tabellen die Zahlen in der Rubrik k. absteigen, in der Rubrik g. aufsteigen, in der Rubrik r. zuerst aufsteigen und dann wieder absteigen müssen. In Wirklichkeit ist bei derartigen Versuchen natürlich nur eine mehr oder weniger grofse Annäherung der Zahlen an ein solches ideales Verhalten zu erwarten. Je regelmäfsiger das An- und Absteigen der Zahlen ist, um so gröfser ist die subjective Zuverlässigkeit des Beobachters. Die Tabellen Stumpf's stehen in dieser Hinsicht den Collectivtabellen voran, obwohl die Gesammtzahl seiner Urtheile nur etwa die Hälfte beträgt. Doch zeigen auch die Collectivtabellen meistens eine schöne Regelmäfsigkeit, und wir werden sogleich sehen, dafs auch der Gang der Zahlen im Einzelnen und das, was sich daraus schliefsen läfst, in der Hauptsache identisch ist. Es liegt hierin zugleich wieder ein Beweis für die Brauchbarkeit von Collectivversuchen, wenn sie mit der nöthigen Sorgfalt betreffs der Auswahl der Versuchspersonen und der Einrichtung der Versuchsumstände angestellt werden.

Wir vergleichen zuerst die aufsteigenden Intervalle unter einander, dann die aufsteigenden mit den absteigenden sowie diese unter sich, dann die Intervalle aufeinanderfolgender (speciell aufsteigender) Töne mit Intervallen gleichzeitiger Töne; und zwar halten wir uns in diesen drei Abschnitten an die Versuche mit einfachen Tönen. In einem vierten Abschnitt vergleichen wir die Ergebnisse bei einfachen Klängen mit denen bei obertonreichen. Ein letzter Abschnitt endlich behandelt das Gesetz, wonach mit der Consonanz eines Intervalls zugleich die Empfindlichkeit für seine Verstimmung abnehmen soll. Dafs wir mit der Schematisirung im Folgenden so ins Einzelne gehen, ist durch die Nothwendigkeit vielfacher Rückverweisungen und Vergleichungen der einzelnen Positionen bedingt. Die vorkommenden Zahlen beziehen sich stets auf die Rubriken der Procentzahlen.

§ 1. Vergleichung der aufsteigenden Intervalle unter einander.

Hier kommen, da wir zunächst nur die Stimmgabelversuche heranziehen, die Tabellen I, II und III in Betracht. Wir discutiren zuerst die Collectivurtheile, dann die Stumpf's.

A. Die Collectivversuche zeigen hier durchgängig

1. eine Neigung zur Vergröfserung des Intervalls. Es wird eher ein etwas zu grofses als ein reines oder gar ein zu kleines Intervall für rein erklärt. Denn:

a) Das Maximum der Reinheitsurtheile liegt überall auf der Plusseite.

b) Wenn wir möglichst gleich grofse positive und negative Verstimmungen vergleichen, findet sich überall bei den negativen eine erheblich gröfsere Anzahl richtiger Fälle.

Tab. I:	Bei	— 0,78 : 74	k.-Urtheile,	dagegen	bei	+ 0,75	nur 37	g.-Urtheile
„ II:	„	— 0,85 : 64	„	„	„	+ 0,90	„ 33	„
„ III:	„	— 0,46 : 64	„	„	„	+ 0,77	„ 34	„

Im letzten Fall ist die positive Abweichung etwas gröfser als die negative, aber eben darum der Beweis um so stärker.

c) Auch eine starke Vergröfserung wird nicht so sicher als solche erkannt wie eine bedeutend geringere Verkleinerung des Intervalls:

α) Bei der grofsen Terz, wo die Zahlen sehr schön und regelmäfsig verlaufen, wird z. B. + 2,18 in 72 Fällen erkannt, — 1,58 in 83 Fällen. Die Verkleinerung — 1,58 wird nur viermal als Vergröfserung geschätzt, die viel beträchtlichere Vergröfserung + 2,18 dagegen immer noch neunmal als Verkleinerung u. s. w.

β) Bei der Quinte wird die Verkleinerung — 0,85 in 64 Fällen erkannt, die bedeutendere Vergröfserung + 1,34 nur in 36 Fällen.

γ) Bei der Octave wird die Verkleinerung — 0,46 in 64 Fällen, die viel bedeutendere Vergröfserung + 1,49 nur in 39 Fällen erkannt.

2. Aus den letzten Beispielen unter α), β), γ) geht ferner zugleich hervor, dafs von der Terz zur Quinte und von dieser zur Octave die Neigung zur Vergröfserung des Intervalls wächst; vorausgesetzt, dafs man den absoluten Betrag

der Vergröſserung als Maaſsstab nimmt, nicht etwa das Verhältniſs dieses Betrages zur Differenz der Schwingungszahlen der beiden Intervalltöne.

Das objectiv reine Intervall giebt

	k.-Urtheile	r.-Urtheile
bei der Terz:	32	43
„ „ Quinte:	49	31
„ „ Octave:	55	23

Auf das objectiv reine Intervall fallen also immer mehr Verkleinerungs- und immer weniger Reinheitsurtheile.

B. In den Tabellen Stumpf's sind die nämlichen Züge sichtbar, aber noch deutlicher.

1. Die Neigung zur Vergröſserung der Intervalle im Allgemeinen.

a) Auch hier liegt das Maximum der Reinheitsurtheile überall auf der Plusseite; bei der Octave sogar bei der gröſsten überhaupt hier angewandten Verstimmung.

b) Bei der Terz haben wir hier keine genügend gleichen Verstimmungen auf beiden Seiten, um die Vergleichung zu ermöglichen. Aber hier ist uns dieser Zug aus den früheren Untersuchungen (1. und 2. Capitel) genugsam bekannt. Bei den zwei anderen Intervallen finden sich wiederum bei gleich groſsen Verstimmungen weit mehr richtige Urtheile für die Verkleinerung der Intervalle:

für die Quinte bei — 0,85 : 76 k.-Urtheile, bei + 0,90 nur 9 g.-Urtheile
„ „ Octave „ — 0,46 : 88 „ „ + 0,77 „ 3 „ [1]

c) Wiederum wird auch von Stumpf eine starke Vergröſserung der Intervalle nicht so oft als solche erkannt als eine weit geringere Verkleinerung.

α) Bei der Terz: — 0,78 in 88 Fällen; + 1,47 nur in 52 Fällen
β) „ „ Quinte: — 0,85 „ 76 „ ; + 1,34 „ „ 36 „
γ) „ „ Octave: — 0,46 „ 88 „ ; + 1,49 in keinem Falle.

Die Neigung zur Vergröſserung ist also bei Stumpf noch bedeutend stärker ausgeprägt als in den Collectivtabellen.

2. Auch hier wiederum zeigen die letzten Beispiele zugleich, daſs diese Neigung von der Terz zur Quinte und von da zur

[1] d. h. in Procenten; in Wirklichkeit überhaupt nur ein einziges g.-Urtheil bei sämmtlichen Verstimmungen des Intervalls.

Octave zunimmt. Dasselbe ergiebt sich für Terz und Octave, wenn wir die Urtheile über objectiv reine Intervalle vergleichen. Die Quinte bildet für diesen Fall allerdings eine Ausnahme, indem sie doch etwas häufiger als die Terz für rein erklärt wird, was mit dem Stimmen der Violine, Stumpf's Hauptinstrument, zusammenhängen mag.

Das objectiv reine Intervall giebt

	k.-Urtheile	r.-Urtheile
bei der Terz:	67	33
„ „ Quinte:	55	39
„ „ Octave:	79	21

Die Differenzen zwischen den drei Intervallen sind hier überhaupt nicht so groſs wie bei den Collectivversuchen, aber die Zahlen der k.-Urtheile selbst erheblich gröſser, was wiederum auf besonders starke Neigung zur Vergröſserung der Intervalle hinweist.

Sehr deutlich geht die Zunahme dieser Neigung mit der Consonanz des Intervalls auch bei Stumpf aus folgender Vergleichung hervor.

	Verstimmung	Reinheitsurtheile
Terz:	+ 1,47	39
Quinte:	+ 1,34	52
Octave:	+ 1,49	73

Also bei ungefähr gleicher Vergröſserung wird die Octave doch noch am häufigsten für rein gehalten. Sie verträgt die Vergröſserung am besten. Dies entspricht auch dem subjectiven Eindrucke Stumpf's schon bei wenigen Versuchen, und ebenso urtheilte darüber Dr. Biedermann bei gelegentlichen Beobachtungen. Beide waren geradezu erstaunt, daſs 300 und 600, mit Stimmgabeln nach einander angegeben, eine reine Octave darstellen sollten. Biedermann erklärte nach einer Versuchsreihe, der er beiwohnte, daſs er alle vorgekommenen Octaven (darunter objectiv viel zu groſse) für zu klein halte, theilweise schienen sie ihm fast den Eindruck von Septimen zu machen.

Da dieses Ergebniſs gerade hinsichtlich der Octave Vielen verwunderlich erscheinen dürfte und zugleich von entscheidender Wichtigkeit ist, hat einer von uns (Stumpf) nachträglich noch zwei kleine Versuchsreihen mit 18 Lehrern der K. Hochschule für Musik angestellt, den Herren Barth, Dettmann, Haertel, Halir, Hausmann, Joachim, Kahn, Krebs, Lehmann, Markees,

Moser, Petersen, Rudorff, Adolf Schulze, Johannes Schulze, Stange, Wirth, Wolf. Es war also auch das Joachim'sche Quartett vollzählig dabei. Das Ergebnifs war folgendes:

Aufsteigende Octave aus Stimmgabeltönen (300:600).

Wirkliche Urtheilszahlen			Verstimmungen des höheren Tons	Procentzahlen		
k.	g.	r.		k.	g.	r.
32	2	5	— 2 Schwing.	82	5	13
40	4	15	0	68	7	25
32	3	26	+ 2 Schwing.	52	5	43

Diese Zahlen sprechen womöglich noch entschiedener für die Bevorzugung von Vergröfserungen. Die reine Octave wurde in 68 % als zu klein, dagegen nur 7 mal als zu grofs, die um 2 Schwingungen erhöhte Octave 52 mal noch als zu klein, 43 mal als rein betrachtet. Einige der Herren gaben überhaupt stets das Urtheil „zu klein" ab. Es scheint, dafs bei Violinisten diese Neigung besonders ausgebildet ist.

§ 2. Vergleichung aufsteigender mit absteigenden Intervallen und letzterer unter einander.

Hier kommen, da wir uns wieder zunächst nur an die Gabeltöne halten, die Tabellen I, II, III mit IV, V, VI in Vergleichung.

Man kann nicht sagen, dafs aufsteigende oder absteigende Intervalle besser beurtheilt würden. Die Tabellen sind ungefähr von gleicher Regelmäfsigkeit und die Maxima der Zahlen in den bezüglichen Rubriken ungefähr gleich, so weit gleiche Verstimmungen vorliegen. (Bei der Quinte und der Octave ist dies durchgängig der Fall.) Auch findet sich bei den absteigenden Intervallen im Ganzen derselbe Grundzug, doch ist er hier viel weniger ausgeprägt, so dafs er zuweilen gänzlich verschwindet. Es zeigt sich nämlich die Neigung zur Vergröfserung auch des absteigenden Intervalls oder die stärkere Empfindlichkeit gegen Verkleinerung

a) bei der Terz (Tabelle IV) in den Collectivversuchen:

Vergröfserung um 1,61 wird 38 mal erkannt, 50 mal für rein erklärt
Verkleinerung „ 1,49 „ 66 „ „ , 12 „ „ „ „

Ein ähnliches Verhalten zeigt auch STUMPF bei denselben Verstimmungen, obschon der Unterschied diesmal weniger ausgeprägt ist.

b) Auch bei der Quinte (Tabelle V) zeigt sich der erwähnte Zug in den Collectivversuchen:

Vergröfserung um 0,90 wird 29 mal erkannt, 37 mal für rein erklärt
Verkleinerung „ 0,85 „ 54 „ „ , 25 „ „ „ „

Aehnlich bei STUMPF.

c) Bei der Octave (Tabelle VI) sind die Verhältnisse nicht deutlich zu erkennen. Das Urtheil stellte sich hier nach eigener Aussage der Beobachter besonders schwer fest, was auch in der Tabelle durch die starke Unregelmäfsigkeit zum Ausdruck kommt, dafs die g.-Urtheile nicht beständig wachsen, sondern von 34 auf 19 herabsinken und dann wieder auf 55 steigen. Auch bei der absteigenden Quinte war das Urtheil bereits schwerer als bei der Terz. Da hiernach auch bei STUMPF kaum entscheidende Resultate für die Octave zu erhoffen waren, wenn nicht die Anzahl der Urtheile ganz bedeutend über das gewöhnliche Maafs gesteigert werden sollte, so wurde von der Durchführung der Tabelle bei ihm Abstand genommen.

§ 3. Vergleichung von Intervallen aufeinanderfolgender Töne mit Intervallen gleichzeitiger Töne und solcher unter einander.

Wir benutzen zur Vergleichung die aufsteigenden Intervalle, da das Urtheil sich bei ihnen am zuverlässigsten gezeigt hat. Es wird also Tabelle I, II, III mit VII, VIII, IX in Vergleich gebracht.

1. Es zeigt sich, dafs die Intervalle gleichzeitiger Töne viel schlechter beurtheilt werden.

a) Dies lehrt vor allem ein Blick auf Tabelle VII. Um z. B. eine Vergröfserung der Terz noch in etwa 70 Fällen zu erkennen, sind bei Aufeinanderfolge 2,18 Schwingungen Verstimmung nöthig, bei Gleichzeitigkeit 5 Schwingungen; u. s. w.

Für STUMPF ist beispielsweise eine Verkleinerung der Terz um nur 0,78 erforderlich, um bei Aufeinanderfolge 88 richtige Urtheile zu erzielen, während bei Gleichzeitigkeit nicht ganz so viele (82) erst durch eine Verkleinerung um 4 Schwingungen geliefert werden. Der Unterschied ist so grofs und geht mit

solcher Sicherheit schon aus den Collectivversuchen hervor, dafs wir uns bei Stumpf mit den beiden Verstimmungen ± 4 für die gleichzeitigen Terzen begnügten.

b) Bei der Quinte allerdings ist dieser Unterschied fast ganz unerkennbar geblieben. Man kann ihn nur dann herauslesen, wenn man auf kleinere Zahlenunterschiede Gewicht legen will.

c) Bei der Octave hingegen ist die schlechtere Beurtheilung bei Gleichzeitigkeit wieder deutlich zu erkennen. Stumpf liefert 88 richtige Urtheile bei — 0,46, wenn die Töne auf einander folgen; ungefähr ebenso viele (91) aber erst bei — 3,1, wenn sie gleichzeitig sind. Und so überall. Die Zahlen stehen etwa in demselben Verhältnifs wie die analogen Zahlen Stumpf's bei der Terz.

2. Eine Neigung zur Vergröfserung der Intervalle findet sich auch bei Gleichzeitigkeit der Töne, und zwar wiederum im Allgemeinen zunehmend mit der Consonanz des Intervalls.

a) Für die Terz finden wir bei Stumpf 82 richtige Urtheile bei Verkleinerung um 4 Schwingungen und nur 61 richtige Urtheile bei einer gleichen Vergröfserung; 12 Reinheitsurtheile im ersteren Fall gegen 33 im letzteren. In den Collectivurtheilen tritt die Neigung zur Vergröfserung hier nicht hervor.

b) Bei der Quinte ist dieser Zug sehr stark ausgeprägt. Man vergleiche z. B. das Verhalten der Reinheitsurtheile. Sie erreichen sowohl in den Collectivurtheilen als bei Stumpf ihre gröfsten Zahlen bei + 1,24. Bei Stumpf haben sie sogar noch bei + 1,92 nahezu denselben Stand. Oder man vergleiche bei den Collectivurtheilen die 60 richtigen Fälle für — 0,95 mit den 44 für + 1,92. Ebenso bei Stumpf für die gleichen Verstimmungen die 70 richtigen Fälle mit den 36. Man ist also auch hier gegen Verkleinerung empfindlicher und geneigt, ein etwas zu grofses Intervall für rein zu nehmen.

c) Bei der Octave zeigen die Collectivurtheile nichts von solcher Neigung. Sie sind freilich überhaupt schlecht. Auch sind die wirklichen Zahlen hier im Ganzen sehr klein, da die Zeit für die Versuche aus zufälligen Gründen beschränkt war. Bei Stumpf dagegen ist der Unterschied zwischen Vergröfserung und Verkleinerung wieder sehr deutlich. Man vergleiche die 91 k.-Urtheile und die 3 r.-Urtheile bei — 3,10 mit den 39 g.-Urtheilen

und den 61 r.-Urtheilen bei + 2,95. Ebenso das bedeutende Maximum von Reinheitsurtheilen bei + 1,93.

§ 4. Vergleichung von Intervallen aus obertonreichen mit solchen aus einfachen Tönen.

1. Aus der Vergleichung der Tabellen I, II, III mit X, XI, XII ersieht man leicht, dafs Intervalle obertonreicher Töne im Allgemeinen weniger gut beurtheilt werden als solche einfacher Töne. Die drei letzten Tabellen sind auffallend weniger regelmäfsig. Ueberall, auch bei Stumpf, finden sich Abweichungen vom normalen Gange der Zahlen. Offenbar wirken die Verschiedenheiten der Klangfarbe, wenn sie auch relativ gering sind, doch schon störend genug, falls man nicht durch besondere Uebung sich davon emancipiren gelernt hat. Dies wurde auch von allen Beobachtern bemerkt.

Die früheren Tabellen Stumpf's für die kleine und grofse Terz im 1. und 2. Capitel zeigen allerdings die nämliche Regelmäfsigkeit, wie wir sie bei der grofsen Terz mit einfachen Tönen finden; aber es wurde dort eine weit gröfsere Zahl von Versuchen gemacht, und aufserdem fallen dort innerhalb einer der unterschiedenen Zonen immer schon mehrere Zungen, deren Unterschiede in der Klangfarbe sich ihrer Wirkung nach ausgleichen konnten. Hingegen bei den Quinten und Octaven mit Zungentönen in den gegenwärtigen Versuchsreihen sind die Tabellen Stumpf's keineswegs frei von Unregelmäfsigkeiten.

2. Wegen der Unregelmäfsigkeit der Tabellen lassen sich constante Züge des Intervallurtheils aus X, XI und XII weniger leicht herauslesen. Zeigt sich etwas Auffallendes in dieser Beziehung, so kann es zunächst als eine zufällige Abnormität neben den übrigen Unregelmäfsigkeiten gedeutet werden. Immerhin ist die Neigung zur Vergröfserung auch hier nicht zu verkennen, und bei der Octave tritt sie mit vollkommener Deutlichkeit hervor. Die geringe Verkleinerung 0,5 wird in 56 und von Stumpf sogar in 94 Fällen als solche beurtheilt; die Vergröfserung 1,6 dagegen wird nur in 33 und von Stumpf sogar nur in 3 Fällen (in 3%, d. h. thatsächlich ein einziges Mal) als Vergröfserung beurtheilt. Auch dafs bei Stumpf die Verkleinerung 0,5 nur 6 Reinheitsurtheile liefert, die wenig davon verschiedene Vergröfserung 0,8

dagegen 58 und selbst die Vergröſserung 3,2 noch 33, ist bezeichnend genug.

Als nach Beendigung der Collectivversuche mit der aufsteigenden Zungenoctave die Beobachter eine physikalisch reine Octave zu hören wünschten, um wenigstens nachträglich orientirt zu werden, waren sie alle darüber erstaunt und erklärten sie einstimmig für viel zu klein.

§ 5. Ueber die angeblich gröſsere Empfindlichkeit des Gehörs bei vollkommeneren Konsonanzen.

Daſs die Empfindlichkeit gegen Verstimmung um so gröſser sei, je vollkommener die Consonanz eines Intervalls ist, ist eine bisher so gut wie allgemein angenommene Regel. Unsere Ergebnisse nun kann man von zwei Gesichtspunkten aus zur Entscheidung über die Richtigkeit oder Ungültigkeit dieser Regel heranziehen.

Wie sich in den vorangehenden Paragraphen gezeigt hat, wächst die Neigung, ein Intervall zu vergröſsern, von der Terz zur Quinte und weiter zur Octave; d. h. wir verlangen geradezu eine um so gröſsere Abweichung von dem physikalisch als rein definirten Intervall, und letzteres erscheint uns um so unreiner, je vollkommener die Consonanz ist. Dieses Verhalten steht natürlich dann in schroffem Widerspruch mit obiger Regel, wenn man in den Begriff „Empfindlichkeit" die Fähigkeit einschlieſst, die objectiv reinen Intervalle mehr oder weniger genau nach rein subjectiven Kriterien vorstellen zu können.

Wenn man dagegen unter Empfindlichkeit gegen Verstimmung einen Mittelwerth zwischen der Empfindlichkeit für Verkleinerung und der für Vergröſserung des Intervalls versteht, so ist als reines Intervall nicht das physikalisch so definirte, sondern das von unserer Empfindung als solches gekennzeichnete Intervall anzusehen. Dies ist nun freilich kein auf einfache Weise genau zu bestimmendes Intervall, da es wahrscheinlich sogar bei einem und demselben Individuum in Folge der Verschiedenheiten des Bewuſstseinszustandes zu verschiedenen Zeiten nicht dasselbe ist.[1] Aber für die Beantwortung der vorliegenden Frage

[1] Derartige Schwankungen scheinen selbst innerhalb einer einzigen Versuchsreihe vorzukommen. Es zeigte sich nämlich bei den Versuchen,

ist es glücklicher Weise nicht von sehr grofser Wichtigkeit, ob sich das subjectiv reine Intervall mit etwas gröfserer oder geringerer Genauigkeit aus den Versuchsergebnissen berechnen läfst. Denn da wir als Maafs für die Empfindlichkeit gegen Verstimmung das Mittel zwischen der Empfindlichkeit für Verkleinerung und der für Vergröfserung annehmen, so müssen sich die durch vielleicht fehlerhafte Bestimmung des reinen Intervalls entstehenden Fehler gegenseitig so ziemlich aufheben, weil jede Begünstigung der einen Richtung eine Benachtheiligung der anderen bedingt.

Wir werden nun die subjectiv reinen Intervalle am besten aus denjenigen Tabellen bestimmen, die am regelmäfsigsten sind und die gröfste Sicherheit des Urtheils aufweisen. Dies sind unzweifelhaft die Tabellen I, II und III.

Es ist einleuchtend, dafs, wenn wir uns oberhalb des subjectiven Reinheitspunktes befinden, die g.-Urtheile das Uebergewicht haben müssen über die k.-Urtheile. Umgekehrt, wenn wir uns unterhalb jenes Punktes befinden. Der subjective Reinheitspunkt dürfte demnach dort zu suchen sein, wo die k.- und g.-Urtheile sich das Gleichgewicht halten. Wir berechnen nun aus den Collectivurtheilen der Tabellen I, II, III das Verhältnifs der g.-Urtheile zur Gesammtheit der k.- und g.-Urtheile in Procentzahlen. Der Verhältnifszahl 50 entspricht der gesuchte Punkt. Wir berechnen dann aus je zwei Verhältnifszahlen die zur Verhältnifszahl 50 gehörige Verstimmung, und zwar so, als wachse zwischen den beiden Verhältnifszahlen die Verstimmung proportional dem Wachsthum der Verhältnifszahl. (Für unseren Zweck ist dieses Verfahren genau genug.) Das arithmetische Mittel der gefundenen Werthe giebt sodann das subjectiv reine Intervall, wie aus den folgenden Zusammenstellungen zu ersehen ist.

---

dafs ein nur wenig vergröfsertes (bezw. verkleinertes) Intervall mit ungewöhnlicher Bestimmtheit als zu grofs (bezw. zu klein) bezeichnet wurde, wenn mehrere zu kleine (bezw. zu grofse) Intervalle eben vorher zur Beurtheilung vorgelegt worden waren.

	Verstimmungen	g. in % von g.+k.	Verstimmung für 50 % g.			
Terz	— 1,58	5				
	— 0,78	9				
	0,00	43	+ 0,24	+ 0,62	+ 0,43	Mittelwerth + 0,43
	+ 0,75	65				
	+ 1,47	75				
	+ 2,18	89				
Quinte	— 0,85	18				
	0,00	29	+ 0,67	+ 0,95		Mittelwerth + 0,81
	+ 0,90	57				
	+ 1,34	57				
Octave	— 0,46	12				
	0,00	29	+ 0,65	+ 1,26		Mittelwerth + 0,95
	+ 0,77	54				
	+ 1,49	55				

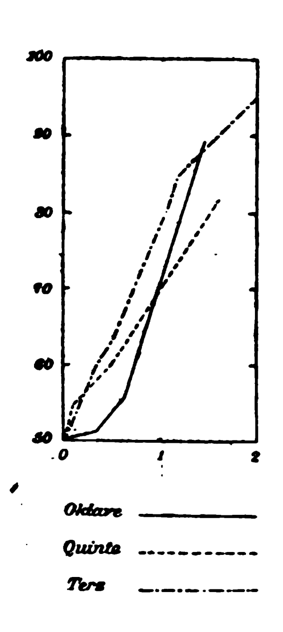
Das subjectiv reine Intervall übertrifft also das objective um die in der letzten Rubrik angegebenen Schwingungszahldifferenzen. Damit soll natürlich nicht etwa behauptet sein, daſs dies unter allen Umständen die subjectiv reinen Intervalle seien. Vielmehr bedeuten die Zahlen nur diejenigen Intervalle, die sich als subjectiv reine am wahrscheinlichsten aus den vorliegenden Beobachtungen ergeben und die wir darum hier bei der weiteren Interpretation der Beobachtungen zu Grunde legen.

Die Uebereinstimmung dieser Zahlen mit unseren Ergebnissen können wir noch an dem Gange der Reinheitsurtheile prüfen. Ein Blick auf die Tabellen lehrt uns, daſs hier keine Widersprüche bestehen, wenn auch aus den Reinheitsurtheilen allein die Werthe nicht so genau zu ermitteln wären.

Wir construiren nun für jedes Intervall zwei Curven, eine für Verkleinerung und eine für Vergröſserung des Intervalls, indem wir (ohne Berücksichtigung der Reinheitsurtheile) jede Differenz von dem subjectiven Reinheitspunkte als Abscisse und die zugehörige Zahl der richtigen Urtheile (im Verhältniſs zur Summe der g.- und k.-Urtheile) als Ordinate auftragen. Dann

construiren wir aus den beiden Curven eines jeden Intervalls die mittlere Curve und benutzen diese zur Vergleichung der Intervalle unter einander.

In der folgenden Figur sind sogleich diese mittleren Curven dargestellt, und zwar für die Collectivurtheile der Tabellen I, II, III. Die Ordinate 50 bedeutet, dafs die Zahl der richtigen Urtheile gleich der Zahl der falschen ist; 100, dafs überhaupt keine falschen Urtheile mehr vorkommen. Je steiler eine Curve verläuft, um so gröfser ist nach unserer Definition die Empfindlichkeit für das Intervall.



Die Figur zeigt uns, dafs bei aufeinanderfolgenden Tönen keines der drei Intervalle vor den anderen einen Vorzug hat, da die Curven im Grofsen und Ganzen alle mit gleicher Steilheit verlaufen. Abweichungen um gleiche Schwingungszahldifferenzen von der subjectiven Reinheit werden also bei allen drei Intervallen mit gleicher Sicherheit beurtheilt.[1]

In Bezug auf die Intervalle mit gleichzeitigen Tönen erkennt man leicht aus den Tabellen, dafs Octave und Terz keinen Vorzug vor einander haben. Nur für die Quinte mufs man aus den Tabellen eine etwas gröfsere Empfindlichkeit gegen Verstimmung ablesen als für die beiden anderen Intervalle.

[1] Zu erinnern ist, dafs die Versuche mit der Terz begonnen wurden, dafs also ein etwa vorhandener Uebungseinflufs die Quinte und die Octave hätte mehr begünstigen müssen als die Terz.

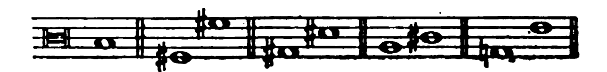
Fünftes Capitel.

Vergleichung unserer Ergebnisse mit früheren.

(C. Stumpf.)

Wir wollen nun zusehen, inwieweit die in dieser Abhandlung mitgetheilten experimentellen Ergebnisse mit denen früherer Beobachter übereinstimmen und worin die Gründe von Differenzen liegen können.

1. Delezenne's Monochord-Saite gab, als Ganzes erklingend, „die tiefere Octave des Tons *H* auf der vierten Saite des Cello"; das ist $H = 120$ Doppelschwingungen.[1] Er setzte nun den Steg zuerst in die Mitte, um die Empfindlichkeit für Unisono zu untersuchen, d. h. er bestimmte die Unterschiedsempfindlichkeit für $h = 240$ Schwingungen. Sodann setzte er ihn an diejenigen Stellen, durch welche die Saite in zwei Abschnitte vom Verhältnifs 1 : 2, 2 : 3, 4 : 5 u. s. f. getheilt wurde. Er giebt dann die gefundenen kleinen Verschiebungen des Steges, bei denen das Intervall unrein wurde, in Millimetern an und berechnet daraus die Abweichung in Theilen eines Komma (80 : 81). Wir rechnen sie in Schwingungszahlen um. Die Töne und Intervalle, die so untersucht wurden, waren nach den angegebenen Anhaltspunkten diese:



Für die Verstimmung des *h* fand Delezenne als erkennbare Grenze: $^1/_4$ Komma = 0,8 Schwingungen.[2] Bei Gleichzeitigkeit der Töne war die Empfindlichkeit viel geringer, die Grenze lag bei 0,84 Komma = 2,5 Schwingungen.

---

[1] Sowohl Preyer als Schischmanow (und Alle, die in neuerer Zeit auf Delezenne Bezug nehmen) gehen von der falschen Voraussetzung aus, dafs Delezenne einfache Schwingungen gemeint habe, verlegen daher alle seine Intervalle eine Octave tiefer als sie waren und kommen dadurch auch zu falschen Angaben über die ebenmerklichen Verstimmungen. Nach der obigen in Anführungszeichen stehenden Erklärung Delezenne's ist kein Zweifel, dafs er Doppelschwingungen gemeint haben mufs.

[2] Die Schwingungswerthe sind immer direct aus der Formel berechnet, in welcher Delezenne die Abweichungen nach Millimetern angegeben hat; und zwar bei den Intervallen so, als wenn der hohe Ton allein

Für die Octave *fis*:*fis*¹ lag die Grenze bei 1/8 Komma = 1,4 Schwingungen. Es ist hier nach der Structur der Formel bei Delezenne Vergröſserung des Intervalls vorausgesetzt. Bei Gleichzeitigkeit wiederum geringere Empfindlichkeit.

Für die Quinte *gis*:*dis*¹ lag die Grenze bei etwa 0,15 Komma = 0,45 Schwingungen. Die Formel setzt hier Verkleinerung voraus.

Für die groſse Terz *a*:*cis*¹ lag die Grenze ungefähr (die genauere Feststellung erschien schwierig) bei etwas über 1/4 Komma. 1/4 Komma wäre hier = 0,94 Schwingungen. Die Formel setzt Vergröſserung voraus.

Für die groſse Sext *g*:*e*¹ giebt Delezenne zwei verschiedene Formeln, woraus bei der Vergröſserung 1/8 Komma = 1.2 Schwingungen, bei der Verkleinerung 0,44 Komma = 1,8 Schwingungen folgen. Für dieses Intervall wäre man also bei der Vergröſserung empfindlicher, der subjective Reinheitspunkt läge auf der Minus-Seite.

Diese Ergebnisse stimmen insofern mit den unsrigen überein, als die Quinte allen anderen Intervallen voransteht. Selbst die Terz kommt vor der Octave. Auch die Zahlenwerthe stimmen gut zu den unsrigen: besonders wenn man die tiefere Octavenlage berücksichtigt. Ferner ist es eine werthvolle Bestätigung, daſs auch bei Delezenne die Intervalle durchgängig bei Gleichzeitigkeit schlechter beurtheilt wurden als bei Aufeinanderfolge der Töne. Die Verschiedenheit der Grenzen für Vergröſserung und für Verkleinerung hat er leider, abgesehen von der Sexte, nicht genug beachtet: er scheint anfänglich angenommen zu haben, daſs die Empfindlichkeit nach beiden Seiten vom physikalischen Reinheitspunkt gleich sein müsse. Dadurch wird sowohl die Bestimmung des subjectiven Reinheitspunktes als die genauere Vergleichung der einzelnen Intervalle unmöglich. Dazu kommt, daſs das Monochord kein gutes Instrument für solche Untersuchungen ist, da die Töne rasch verklingen, der Anschlag Ungleichheiten bedingt und die Messung der Stegverschiebungen nicht so genau ist wie die Zählung der Schwebungen bei dauernden Tönen. Doch bleibt Delezenne's Untersuchung durch ihre Sorgfalt und Umsicht werthvoll.

---

verändert würde. Thatsächlich vertheilt sich die Abweichung bei Delezenne auf beide Töne, da durch die Verschiebung des Steges immer beide geändert wurden. Aber dies ist natürlich hier irrelevant.

2. Cornu und Mercadier fanden für die grofse Terz mit aufeinanderfolgenden Tönen an verschiedenen Instrumenten eine mit der pythagoreischen fast ganz zusammenfallende, ja sogar einigemal darüber hinausgehende erhöhte Intonation, nämlich 1 : 1,26 bis 1,271, statt 1 : 1,25. Die absolute Tonhöhe war (wenigstens bei den Orgelpfeifen, wo sie angegeben ist) $c^1 : e^1$. Nehmen wir, um die Ergebnisse mit den unsrigen zu vergleichen, 480 als Grundton (allerdings fast eine Octave höher als c^1), so würde die Terz davon nach diesem Verhältnifs 605 bis 610 werden. Also eine subjective Vergröfserung von 5 bis 10 Schwingungen! Dies ist ein nach unseren Befunden enormer Betrag; alle unsere Versuchspersonen würden hier „zu grofs" geurtheilt haben. Man sieht hieran, dafs doch starke individuelle (oder nationale, localtraditionelle?) Unterschiede stattfinden müssen.

Noch auffallender ist aber, dafs Cornu und Mercadier bei Quinten mit aufeinanderfolgenden Tönen, sowie bei Terzen und Quinten mit gleichzeitigen Tönen keine Erhöhung constatiren konnten. Die Intervalle wurden hier den Tabellen zu Folge so gut wie physikalisch rein intonirt.

Tonquelle	Grofse Terz		Quinte	
	Gleichz.	Succ.	Gleichz.	Succ.
Gesang	—	1,260	—	1,497
Cello	1,251	1,266	1,449	1,508
Violine	1,249	1,264	1,504	1,504
Orgelpfeifen	1,252	1,267	1,493	1,497
Tonmesser	—	1,271	—	1,500
Mittelwerth	1,251	1,266	1,499	1,501
Physikalische Stimmung	1,250	1,2656 (pythag.)	1,500	1,500

Hier können wir nichts thun, als eine principielle Abweichung von unseren Ergebnissen constatiren. Ueber die Ursachen läfst sich nichts Bestimmtes sagen, da die Umstände jener Versuche nicht hinreichend im Einzelnen beschrieben sind. Es ist auch nicht angegeben, auf wieviel Versuchen jede dieser Zahlen be-

ruht und welche Schwankungen die Einzelversuche, aus denen diese Zahlen doch wohl Mittelwerthe sind, aufweisen.

3. Preyer schlofs aus seinen Beobachtungen, dafs die Empfindlichkeit für die Octave weitaus am gröfsten sei, gröfser sogar als die Unterschiedsempfindlichkeit für einen einzelnen Ton. Selbst Ungeübte und Unmusikalische erklärten nach ihm die Octave für unrein bei einer Verstimmung von 3 Schwingungen, und zwar in der Gegend der zweigestrichenen Octave. Geübte erklärten die physikalisch reine Octave 500,5 : 1001 für rein, die nur um 0,1 Schwingung gröfsere 500,4 : 1001 bereits für unrein. Ebenso sind nach Preyer 250 : 501 und 500 : 1001 gutmerklich unrein.

Auf die Octave folgen: Quinte, grofse Secunde, Quarte, dann die Terzen und Sexten. Bei diesen und der Secunde ist das Ergebnifs, soweit es sich überhaupt einigermaafsen fixiren liefs, nicht dasselbe für Vergröfserungen und Verkleinerungen, daher die Reihenfolge nicht eindeutig zu bestimmen.[1]

Obschon dieses Ergebnifs, abgesehen von der Secunde, mit der traditionellen Meinung wohl im Einklang steht, ist doch kaum Gewicht darauf zu legen, da es überall nur aus wenigen Fällen abgeleitet ist und die Grenzwerthe aus den kleinen Tabellen mit starken Willkürlichkeiten ausgewählt werden. Preyer ist sich dieser Willkürlichkeiten auch selbst bewufst. Er giebt bei den meisten Intervallen seine Maafsbestimmungen mit grofser Reserve. Die beiden Beobachter stimmten auch zu wenig mit einander überein, um die Grenzwerthe deutlich erkennen zu lassen. Bei der kleinen Terz schwankt z. B. der Grenzwerth für Verkleinerungen zwischen 0,7 und 2,5.

Speciell bei der Quinte, auf die es besonders ankommt, wenn die Reihenfolge der Empfindlichkeit mit der der Consonanz verglichen werden soll, hatte Preyer in seinem Apparat keinen Uebergang zwischen den physikalisch reinen und den stark un-

---

[1] Preyer suchte hierbei zunächst den Punkt, wo das erste bestimmte Unreinheitsurtheil abgegeben wurde. Er berechnet aber nicht die absolute Empfindlichkeit d. h. den reciproken Werth der entsprechenden Schwingungszahldifferenz, sondern die relative Empfindlichkeit, d. h. das reine Intervall (das physikalische Verhältnifs), dividirt durch die Abweichung des ebenmerklich unreinen vom reinen. Indessen bleibt die resultirende Reihenfolge wenigstens für die gröfseren Abstufungen nach beiden Bestimmungsweisen die nämliche.

reinen Intervallen, sodafs er eigentlich kritische Fälle gar nicht vorlegen konnte. Die Urtheile vollends, die er über die Octave anführt, getraue ich mir nach allem Vorangehenden mit Sicherheit als bloſsen Zufall zu erklären; es sei denn etwa, daſs durch vorherige Vergegenwärtigung des physikalischen Reinheitspunktes eine Beeinflussung der Urtheile stattgefunden hätte (wie bei SCHISCHMANOW). PREYER giebt uns auch leider gerade hier nicht, wie bei den übrigen Intervallen, Rechenschaft von den einzelnen abgegebenen Urtheilen, sondern nur summarische und allgemeine Behauptungen, und die so angeführten Urtheile lauten nicht auf „zu groſs“ oder „zu klein“, wie sonst häufig, sondern nur auf „unrein“. Dies alles erweckt Miſstrauen.

Was man aus einzelnen Versuchen, selbst an Musikern ersten Ranges, schlieſsen kann, zeigen die entgegengesetzten Angaben, welche HELMHOLTZ und E. RÖNTGEN über JOACHIM's Intonation der groſsen Terz machen: nach HELMHOLTZ intonirt er in der Melodie wie im Zusammenklang eine physikalisch reine Terz, nach RÖNTGEN dagegen in der Melodie eine vergröſserte.

4. SCHISCHMANOW ist nach der „Methode der Minimaländerungen“ vorgegangen, welche darin besteht, daſs in sehr kleinen Stufen regelmäſsig fortgeschritten und sowohl der Punkt der ebenmerklichen Unreinheit als der Punkt, wo beim Zurückgehen der Verstimmung eben wieder Reinheit einzutreten scheint, bestimmt wird. Die sog. Schwelle ist dann das Mittel aus beiden. Man erhält so natürlich kleinere Werthe, als wenn nur der Punkt der Unreinheit bestimmt wird.

SCHISCHMANOW fand ähnlich wie PREYER die Empfindlichkeit für die Octave am gröſsten, dann im Ganzen mit der Consonanz der Intervalls abnehmend. Nur die groſse Secunde steht wieder zwischen den unvollkommenen Consonanzen; aber hier fanden sich auch besonders groſse Schwankungen je nach der musikalischen Uebung.

Auch sonst war die Reihenfolge für verschiedene Beobachter nicht genau dieselbe. Doch in Bezug auf die Folge: Octave, Quinte und Quarte stimmen die beiden Hauptbeobachter überein, für Octave und Quinte auch die beiden anderen, deren nach gleicher Methode angestellte Beobachtungen SCHISCHMANOW mitanführt. Die Schwellenwerthe jener drei ersten Intervalle waren für SCHISCHMANOW selbst: 0,220; 0,332; 0,419. Für die übrigen

Beobachter etwas gröſser. Aber auch bei dem Beobachter Krestow übersteigen sie noch nicht eine halbe Schwingung. Die Schwelle 0,22 für die Octave ist wiederum nicht gröſser als die nach gleicher Methode von Luft bestimmte Unterschiedsschwelle für einen einzelnen Ton.

Leider läſst jedoch eine nähere Betrachtung auch diese Arbeit nicht als zuverlässig genug erscheinen.

Vor Allem hat meiner Meinung nach Schischmanow seinen Versuchspersonen die Aufgabe mehr als gut war erleichtert. Erstens nämlich wurde ihnen das objectiv reine Intervall vorher „gut eingeprägt". Zweitens wurde ihnen die Richtung vorher angegeben, in welcher jedes Mal die Veränderung erfolgte (Erhöhung oder Vertiefung der veränderlichen tieferen Gabel). Drittens endlich fungirte von den zwei Versuchspersonen, die die ganze Untersuchung mitmachten, Schischmanow und Krestow, jeder abwechselnd als Experimentator und als Beobachter; und da das Laufgewicht der zu verstimmenden Gabel um je 1 mm weiter verschoben wurde, bis die Unreinheit erkannt wurde, so war der zweite Beobachter über die Anzahl der Verschiebungen, durch welche dieser Punkt bei seinem Mitarbeiter erreicht worden war, unterrichtet. Das ist für den Unbefangensten gefährlich. Ein wissentliches Verfahren von solcher Ausdehnung führt unvermeidlich in die Versuchung zu unwillkürlichem Rathen nach äuſseren Indizien.

Ueberdies entfernt es sich von den Bedingungen, unter denen in der Wirklichkeit geurtheilt wird, zu weit, um noch triftige Schlüsse auf das Verhalten des Intervallurtheils in gewöhnlichen Umständen zu gestatten, vor Allem dadurch, daſs das mathematisch reine Intervall vorher „gut eingeprägt war". Dadurch ist ja ein Hauptzweck der ganzen Untersuchung von vornherein vereitelt! Gerade dies ist eine der wichtigsten Fragen, ob das physikalisch Reine mit dem subjectiv Reinen zusammenfällt, ob uns nicht z. B. die pythagoreische oder die temperirte Terz als die eigentlich reine erscheint. Durch diese vorherige Einprägung des physikalischen Reinheitspunktes ist das Bewuſstsein für einen der wesentlichsten Zwecke der Untersuchung unbrauchbar gemacht.

Im Einzelnen ist über die Ursachen, die die obigen Ergebnisse Schischmanow's herbeiführten, nichts Sicheres zu sagen. Man müſste vor Allem die Rohtabellen kennen. Eine solche giebt uns der Verfasser als

Musterbeispiel zur Erläuterung seines Verfahrens. Wir wollen sie daher etwas näher in Augenschein nehmen, obwohl ich wegen des Rückganges auf Rohtabellen schon einmal grofses Misfallen erregt habe.

Rohtabelle Schischmanow's für die Octave.

VJ_o				JV_o			
t	g_o	h	g_u	t	g_o	h	g_u
0,655	0,333	0,453	0,200	0,333	0,333	0,200	0,200
0,332	0,332	0,199	0,199	0,334	—	0,200	—
0,333	—	0,200	—	0,332	—	0,199	—
VJ_u				JV_u			
h	g_u	t	g_o	h	g_u	t	g_o
0,435	—	0,335	0,335	0,451	0,198	0,909	0,332
0,200	—	0,333	—	0,200	—	0,333	—
0,198	—	0,330	—	0,198	—	0,330	—

Es wurde stets nur der tiefere Ton, die „Vergleichsgabel“ V, verstimmt. VJ_o bedeutet eine Versuchsreihe, worin der Experimentator diesen Ton zuerst angab, dann den höheren, die „Intervallgabel“ J; und zwar so, dafs er mit der Verstimmung der V von dem physikalischen Reinheitspunkt zuerst nach unten bis zur ebenmerklichen Unreinheit ging (auch noch etwas darüber), dann zurück bis zur ebenmerklichen Reinheit; dann ebenso nach oben und wieder zurück. Die vier so erhaltenen Werthe stehen unter VJ_o in den Rubriken t, g_o, h, g_u. Die drei Werthe in jeder Rubrik entstammen drei Versuchsreihen. Bei VJ_u wurde mit der Verstimmung zuerst nach oben, dann nach unten gegangen. JV_o und JV_u verhalten sich analog, nur dafs hier die höhere Gabel (J) zuerst angegeben wurde.

Was bedeuten nun aber die vielen Striche in der Tabelle? Nach dem Plan und Erfordernifs der Methode müssen alle hierher gehörigen Werthe bestimmt worden sein. Warum stehen sie nicht da? Glücklicherweise kann man aus den nachher folgenden Durchschnittszahlen die Bedeutung der Striche herausrechnen: sie bedeuten den Werth Null, m. a. W.: der subjective Reinheitspunkt fällt hier mit dem physikalischen zusammen.[1] Dies bestätigt sich auch durch die spätere Aeufserung des Ver-

[1] Uebrigens stimmt die Tabelle der Durchschnittswerthe für Sch. unter I auf S. 578 mit derjenigen für denselben Beobachter und dasselbe Intervall auf der folgenden Seite keineswegs überein, während sie doch identisch sein sollen. Unter den 16 Werthen der ersten Tabelle fallen nur gerade die Hälfte mit denen der zweiten Tabelle zusammen. Hoffentlich ist der Autor sonst im Schreiben und Corrigiren sauberer zu Werke gegangen.

fassers, dafs bei der Octave am öftesten subjectiver und objectiver Gleichheits-(Reinheits-)Punkt zusammenträfen.

Nun entsteht die weitere Frage: Wie ist es möglich, dafs unter 24 Fällen von Verstimmungen, die bis auf 3 Decimalen angegeben werden (vgl. 0,200 gegenüber 0,199 u. s. f.), 15 Fälle sind, die genau dem Nullwerth entsprechen? Nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit sollte man nicht einen einzigen solchen Fall erwarten.

Da hierüber verschiedene Hypothesen möglich waren, erbat ich mir von Herrn Prof. Külpe in Würzburg, dem Assistenten Wundt's zu der Zeit, als die Arbeit in dessen Laboratorium gemacht wurde, Aufklärung, und erhielt solche in zuvorkommendster Weise. Er wies darauf hin (was allerdings auch schon in Schischmanow's Bericht steht), dafs sich an der verstimmbaren Gabel eine Millimetertheilung befand und dafs jede Verschiebung des Laufgewichts 1 mm betrug. Dadurch war natürlich nur eine kleine Auswahl von Verstimmungen gegeben, beispielsweise diejenigen, die in der oberen Hälfte der Rohtabelle durch die Werthe: — (d. h. 0); 0,200; 0,333; 0,453; 0,655 repräsentirt sind. Diese entsprachen nach Külpe's Angabe den 5 ersten Theilstrichen nach der betreffenden Seite hin. Die kleinen Differenzen in der dritten Decimale kommen daher, dafs nach jeder Etappe des Verfahrens eine Bestimmung der objectiven Schwingungsdifferenz bei dem bezüglichen Theilstrich stattfand. Diese zufälligen minimalen Schwankungen der bezüglichen Werthe (0,333—0,334—0,332) dürfen also nicht zu dem Glauben verleiten, als handle es sich um verschiedene Stellungen des Laufgewichts, bei denen das bezügliche Urtheil eintrat: sie können ebenso auf Zufälligkeiten in der objectiven Bestimmung beruhen und sind überhaupt in ihrer Winzigkeit bedeutungslos. Sie verschwinden schon, wenn man statt dreier zwei Decimalen angiebt. Offenbar hätte man übrigens consequent auch bei der Rückkehr zum ersten Theilstrich nicht einfach den Werth Null einsetzen, sondern auch hier die wirkliche Stimmung der Vergleichsgabel, sei es auf 3 oder auf 2 Decimalen, bestimmen müssen. Doch darauf wollen wir kein Gewicht legen. Worauf es ankommt, ist, dafs nach diesen Aufklärungen zwischen 0 und 0,2 überhaupt keine Verstimmung vorgelegt wurde.

Wenn nun der Urtheilende, nachdem die Verstimmungen vom Reinheitspunkt aus begonnen hatten, etwa beim zweiten Schritt (0,333) eine merkliche Verstimmung constatirte, wie dies meistens der Fall war, und nun auch wohl der Sicherheit halber noch einen oder zwei Schritte weiter gegangen wurde, so waren es doch sehr wenige Stufen, die dann von dem erreichten Punkt aus rückwärts zurückzulegen waren, um wieder zum Reinheitspunkt zu gelangen. Es versteht sich, dafs sein Urtheil dadurch präoccupirt war. Er mufste ja genau wissen, wann der objective Reinheitspunkt, der ihm zu allem Ueberflufs vorher noch besonders eingeprägt wurde, wieder erreicht war. Dafs er also hier das Urtheil „rein" abgab, beweist gar nichts. Das ist kein Urtheil aus der Empfindung, sondern aus der Berechnung heraus, aus der Kenntnifs der Versuchsumstände. Man kann sich höchstens noch wundern, dafs der Striche in der Tabelle

nicht noch mehr sind. Blofse Berechnung war es also nicht; aber dafs sie mitspielte, war ganz unvermeidlich.

Daher also die vielen Coincidenzen des subjectiven und objectiven Reinheitspunktes, die der Verfasser bemerkenswerth findet.

Man mufs aber noch weiter fragen, ob und warum nicht auch der objective Reinheitspunkt nach der Rückkehr noch der Sicherheit halber um einige Stufen überschritten wurde. Es ist ja klar, dafs das Reinheitsurtheil sich auch recht wohl einmal erst dann hätte einstellen können, wenn dieser Punkt objectiv bereits nach der anderen Seite überschritten war. Wir haben dies in unseren Versuchen oft genug gefunden, auch Luft und ebenso M. Meyer haben es bei ihren Studien über Unterschiedsempfindlichkeit gefunden.[1] In solchen Fällen müfste man dann negative Werthe in die Rohtabelle schreiben, und selbst der definitive Schwellenwerth kann unter Umständen negativ werden: ein Zeichen für die Bedenklichkeit der ganzen Methode.

Man kann nirgends erkennen, wie es Schischmanow mit dem Ueberschreiten des Reinheitspunktes und den negativen Werthen gehalten hat. Bei den übrigen Intervallen, für welche keine Rohtabellen vorliegen, ist nach Külpe's Ansicht in der That der Reinheitspunkt öfters überschritten worden, ehe das Reinheitsurtheil eintrat. Vielleicht hat sich der Experimentator doch bei der Octave, wenn sie zuerst geprüft wurde (auch über diesen Punkt ist nichts angegeben), mit der Wiedererreichung des objectiven Reinheitspunktes beruhigt und den Versuch für beendigt angesehen, und ist erst später zu dem correcteren Verfahren übergegangen.

Bei diesem Stande der Sache verlieren die Reinheitsurtheile (g_o und g_u) überhaupt ihr Interesse. Nur die Werthe t und h, die die Punkte ebenmerklicher Unreinheit angeben, würden in Betracht kommen. Nun aber giebt Schischmanow unglücklicherweise nirgends aufser in der obigen Rohtabelle diese Werthe an. Wir erhalten immer nur die Schwellenwerthe, die aus $t + g_o$, $h + g_u$ resultiren. Es läfst sich daher auch über die Ursache für die hervorragende Stellung der Octave, für die behauptete Coincidenz der Rangfolge nach der Empfindlichkeit und nach der Consonanz eines Intervalls kein bestimmteres Urtheil gewinnen. Denkbar ist hier Mancherlei. Aber soviel wird man zugeben: wenn schon die Zahlenwerthe für die einzelnen Intervalle auf einem unsicheren Boden stehen und keine eindeutige Interpretation als Ausdruck der wirklichen Empfindlichkeit gestatten, so kann auch aus ihrer Anordnung kein Beweis für die verschiedene Empfindlichkeit für Verstimmungen verschiedener Intervalle hergeleitet werden.

Zuletzt erwähnt Schischmanow eine in der That auffallende Erscheinung in seinen Tabellen: dafs die oberen Schwellenwerthe durchgängig gröfser sind als die unteren, d. h. dafs man gegen Verkleinerung empfindlicher war als gegen Vergröfserung. Dies zeigte sich bei allen Intervallen und

[1] Vgl. M. Meyer, Ueber die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen, *dieses Heft* S. 78, 80f.

bei beiden Beobachtern; ähnlich auch bei den miterwähnten früheren Beobachtern Külpe und Peisker.

Schischmanow ist geneigt, den Grund weniger in Eigenthümlichkeiten des Intervallurtheils, als vielmehr in solchen des Tonurtheils zu suchen. Da nämlich bei seinen Versuchen immer nur der tiefere Ton variirte, also Verkleinerung des Intervalls Erhöhung dieses Ton bedeutete, Vergröfserung Vertiefung desselben, so meint er, dafs vielleicht die Erhöhung eines Tons leichter aufgefafst werde, als seine Vertiefung.

In diesem Fall würde aber, wenn der höhere Ton verändert wird, das Umgekehrte sich ergeben: man müfste dann gegen Vergröfserung des Intervalls empfindlicher sein als gegen Verkleinerung, was nach unseren Untersuchungen nicht der Fall ist. Das Verhalten betrifft also die Intervalle als solche, und die Uebereinstimmung des Ergebnisses mit den unsrigen in dieser Hinsicht scheint trotz der obigen allgemeinen Bedenken gegen die Versuche bemerkenswerth. Auffallend ist, dafs die kleine Terz bei Schischmanow derselben Regel untersteht, während wir bei ihr nach dem 1. Capitel gegen Vergröfserung viel empfindlicher sind. Es könnte auch hier eine ähnliche Beeinflussung der kleinen durch die grofse Terz und vielleicht noch durch andere Intervalle stattgefunden haben, wie in unseren Versuchen im 2. Capitel.

5. Unter den Angaben der übrigen in der Einleitung erwähnten Autoren kommen besonders die Angaben über die grofse und kleine Terz in Betracht. Wir finden Alle einstimmig darin, dafs die kleine Terz physikalisch zu klein, und fast einstimmig darin, dafs die grofse zu grofs intonirt werde — wobei allerdings immer vorausgesetzt wird, dafs man im ersten Fall die Moll-, im zweiten die Durterz des entsprechenden Dreiklangs im Sinne hat.[1]

Ueber den Grad der Erhöhung und Vertiefung gehen die Anschauungen freilich auseinander, derart, dafs für die kleine Terz sogar 6 : 7 vorgeschlagen worden ist. Aber hier ist zu bedenken, dafs man sich beim Urtheil nach dem blofsen Ge-

[1] Bezüglich der grofsen Terz ist auch von Interesse die Anweisung der „Münchener Chorgesangschule“ bei J. [illegible] l. c. 24. „Man achte besonders darauf, dafs die Stufen 3 und 7 nicht zu tief genommen werden“ — was darauf hinweist, dafs die Dirigenten eine scharfe Intonation der grofsen Terz und des Leittones systematisch begünstigen.

hör grofsen Täuschungen hingiebt über den Betrag solcher Abweichungen. Gerade bei diesen Versuchen ist es uns äufserst vielfach aufgefallen, dafs man eine Verstimmung von einem Viertelton zu hören glaubt, wo sie nur wenige Schwingungen beträgt (s. u. 150 unter d). Die Verschiebung des subjectiven Reinheitspunktes ist, wie erwähnt, in allen Fällen bei der Terz viel kleiner als die der temperirten und pythagoreischen Terz, — von einer kleinen Terz 6 : 7 nicht zu reden. Bei J. Steiner ruht die Behauptung, dafs die Dur- und Mollterz in der Melodie (die Mollterz auch im Zusammenklang) pythagoreisch intonirt werde, darauf, dafs er eben nur die natürliche und die pythagoreische Stimmung zur Auswahl vorlegte.[1]

Dafs Intervalle gleichzeitiger Töne unsicherer beurtheilt werden als solche aufeinanderfolgender Töne, entspricht nicht der gewöhnlichen Meinung; man wird bei einer Umfrage meist die umgekehrte Ansicht hören. Immerhin findet man aufser bei Delezenne auch sonst gelegentlich Aeufserungen, die mit unserem Ergebnifs übereinstimmen. So sagt Faist in seinen Studien über Tonverschmelzung[2]: „Man meint in der Regel, die Quinten der Violine am reinsten zu erhalten, wenn man zwei Saiten zugleich anstreicht. Allein eine nachträgliche Controle dadurch, dafs man die beiden Töne nach einander angiebt, belehrt einen häufig, dafs das Intervall etwas zu grofs oder zu klein ausgefallen ist." Hier ist natürlich nicht angenommen, dafs die Intonation für gleichzeitige und für aufeinanderfolgende Quintentöne an sich eine verschiedene sei (sonst könnte man ja nicht eine

[1] Aufserdem ist die Art der Versuchsanstellung, wie sie Steiner in der Vorrede beschreibt, nicht exact genug, um allerlei psychologische Fehlerquellen auszuschliefsen. Er hielt vor einem geladenen Kreise von Fachmännern und Musikfreunden einen Vortrag, während dessen die Terzen vorgeführt wurden. „Es drängte sich dabei jedem Hörer ganz ungezwungen und unausgesprochen die Wahrheit auf" u. s. f. Aber irgendwie mufs sie doch ausgesprochen worden sein. Schriftlich? durch Acclamation am Schlufs? — „Jeder Musiker entschied sich ohne Bedenken für das pythagoreische Moll" (auch im Zusammenklang). Einer nach dem Anderen? ohne von dessen Urtheil zu wissen? — Auf alles das kommt es wesentlich an.

Was Steiner S. 24 über das Zutiefklingen der Flageolettöne beibringt, hat andere Gründe. Es ist eine durch die Klangfarbe dieser weichen Töne bedingte Täuschung.

[2] *Zeitschr. f. Psych.* XV, 129.

durch die andere controliren wollen), sondern nur dafs die Sicherheit des Urtheils bei der Succession gröfser sei.

Der Anlafs zur entgegengesetzten Meinung liegt wohl hauptsächlich in der Thatsache, dafs man meistens mit gleichzeitigen Tönen stimmt. Ueber den Grund dieses Gebrauches selbst aber s. u. S. 400.

Auch dafs die Empfindlichkeit mit der Consonanz der Intervalle abnehme, ist eine fast allgemein verbreitete Meinung und wird von den Lehrbüchern wie eine ausgemachte Sache vorgetragen. Das Zustandekommen dieser Lehrmeinung wollen wir ebenfalls weiter unten untersuchen. Einstweilen nur soviel, dafs doch auch in dieser Beziehung Praktiker, die sich statt durch Autorität und Tradition durch's Experiment leiten lassen, zuweilen anders lehren. So sagt Türk [1]: „Die Stimmung blos nach Octaven ist, so viel ich gefunden, die schwerste, und weil sie die stärkste Ausweichung und Veränderung, ohne dafs es das Gehör merklich wahrnimmt, leidet, zugleich die betrüglichste. Man kann hiervon nicht besser überzeugt werden, als wenn man auf zweien neben einander stehenden Clavieren einen Fundamentalton völlig rein und gleichlautend, hierauf aber die Octaven eines jeden Claviers nach einander, ohne den Fundamentalton gegen die anderen Octaven zu hören, besonders stimmet, und nach geschehener Arbeit die gestimmten oberen Octaven auf beiden Clavieren zugleich anschlägt u. s. w., wo man einen grofsen Unterschied zwischen beiden Tönen bemerken wird." Das Experiment ist in dieser Form allerdings nicht ganz einwandfrei; aber Türk spricht hier offenbar zugleich von dem Gesammteindruck seiner Beobachtungen.

Sechstes Capitel.

Bemerkungen der Beobachter bei den Versuchen.

(C. Stumpf.)

Ehe wir zu erklärenden Betrachtungen übergehen, mögen die gelegentlichen Aussagen und Notizen der Beobachter über die Methode und Kriterien des Urtheilens einen Platz finden, da

[1] Anleitung zu Temperaturberechnungen, 1808, S. 321. Ich fand die Stelle bei Schischmanow.

sie beitragen können, Licht auf die Urtheilsvorgänge zu werfen. Hierbei sollen auch die Erfahrungen an den im 1. und 2. Capitel beschriebenen Versuchen eingefügt werden, soweit sie nicht schon im dortigen Zusammenhang berührt sind.

1. Manche Bemerkungen betreffen Züge, die man auch bei anderen psychophysischen Beobachtungsreihen vorfinden wird; z. B.

a) Dafs das subjective Gefühl der Sicherheit keineswegs immer mit der wirklichen Sicherheit des Urtheils zusammentrifft. In manchen Reihen fühlte sich ein Beobachter äufserst sicher, während das Urtheil sehr schwankend war und grofse Verstimmungen hingehen liefs; und umgekehrt. So kann auch dasselbe Intervall in derselben Abstimmung einmal mit dem Gefühl der Sicherheit, das andere Mal mit dem grofser Unsicherheit beurtheilt werden.

Von den Versuchen des 2. Capitels wurde ein Theil so angestellt, dafs der Beobachter selbst durch Ziehen eines Zäpfchens die Zungen ansprechen liefs und zugleich den Balg trat: ich hatte hierbei das Gefühl, viel sicherer zu sein, und war es auch; wahrscheinlich in Folge der individuellen Gewöhnung. Allgemein wird dies nicht zutreffen, meist vielmehr die passive Methode sicherer sein.

b) Dafs in einer Versuchsreihe gewisse Urtheilsströmungen vorkommen, derart, dafs eine Zeit lang nur oder fast nur objectiv richtige Urtheile auftreten, also die empirischen Einflüsse ebenso wie die zufälligen Schwankungen der Aufmerksamkeit zurücktreten; aber auch Strömungen derart, dafs eine Zeit lang fast nur Reinheits- oder g.- oder k.-Urtheile vorkommen.

c) Dafs es für die Zahl der Wiederholungen eines einzelnen Versuchs zum Behuf der Urtheilsbildung ein Optimum giebt. Wir bemerkten bei den Versuchen im 1. und 2. Capitel alle, dafs bei längerem Hinhorchen und öfterer Repetition eines Intervalls das Urtheil oft wieder unsicherer wurde und man zuletzt den zweiten Ton willkürlich als zu hoch oder zu tief schätzen konnte.

d) Dafs bei aufeinanderfolgenden Tönen schwerer zu urtheilen war, wenn der erste veränderlich war, als wenn der zweite oder beide. Dies ist aus allgemeineren Gründen ziemlich begreiflich. Doch kann man sich auch an die Veränderung des ersten Tons oder beider Töne gewöhnen.

2. Andere Bemerkungen betreffen speciell die Modalität und den Mechanismus des Reinheitsurtheils.

a) Biedermann gab stets mit Bestimmtheit an, dafs er bei aufeinanderfolgenden Tönen sich nach dem Erklingen des ersten Tons den zweiten in der Phantasie vorstelle und den wirklich auftretenden dann mit dem vorgestellten vergleiche, ihn daran messe. Daher war ihm eine kleine Pause zwischen beiden nothwendig. Ich selbst verfahre nicht regelmäfsig so, warte vielmehr meistens den zweiten Ton ohne antecipirende Vorstellung ab und halte ihn im Moment seines Auftretens mit dem Gedächtnifsbilde des ersten zusammen.

b) Von mehreren Beobachtern wurde bestimmt behauptet, dafs sie ein Intervall oft als unrein erkennen, ohne sogleich zu wissen, nach welcher Seite es unrein sei. Ich selbst, anfangs geneigt es zu bestreiten, habe etwas Derartiges doch auch in einigen Fällen erlebt, so in einem Fall der simultanen Quinte, wo ich sogleich den Eindruck der Unreinheit hatte, aber lange zwischen zu grofs und zu klein schwankte, endlich zu klein hinschrieb. Freilich war sie gerade physikalisch rein!

c) Das Bewufstsein war in erster Linie durchaus auf das Intervall als solches gerichtet. An sich wäre es ja denkbar, dafs in einer Versuchsreihe mit gleichem Grundton und wechselnden Stimmungen des zweiten Tons der Grundton, und damit das Intervall als solches, aufser Betracht gelassen und nur die Stimmungen des zweiten Tons unter einander verglichen würden. Dafs dies aber in den letzten Versuchen ebenso wenig wie in den früheren der Fall war, steht aufser Zweifel. Bei denen im 1. Cap. wechselten ja von Versuch zu Versuch beide Töne und zeigte sich doch die gleiche Urtheilssicherheit. Bei den Versuchen im 2. Cap. mit gleichbleibendem Grundton und zwei sehr wenig verschiedenen Intervalltönen wurde ausdrücklich festgestellt, dafs man die letzteren, wenn sie durch entsprechende Zwischenzeit getrennt waren, ihrer Höhe nach nicht unterscheiden konnte (o. S. 106—7). Bei den Versuchen im 3. Capitel waren theilweise wiederum beide Töne veränderlich. Im Uebrigen kam es zwar hier zuweilen vor, dafs man den zweiten Ton auch direct mit dem vorherigen zweiten verglich, wenn die Pause nicht grofs genug war, um dies auszuschliefsen. Allein wenn man dann auch wahrnahm, dafs er z. B. höher geworden,

konnte das Intervall dabei aus einem zu kleinen in ein weniger zu kleines oder in ein reines oder in ein zu grofses, es konnte aus einem reinen in ein zu grofses, oder aus einem zu grofsen in ein noch gröfseres übergegangen sein, je nachdem eben das vorherige beschaffen war und je nach der Gröfse der Aenderung. Man hätte also das vorige Urtheil als zweifellos feste Grundlage nehmen und dann noch nicht blos die Richtung, sondern auch die Gröfse der Aenderung des zweiten Tons abschätzen müssen.[1] Eines so umständlichen und viel weniger sicheren Verfahrens dürfte sich kaum je einer, auch wo es möglich gewesen wäre, bedient haben, und die Beobachter äufserten denn auch einstimmig, dafs sie auf das Intervall als solches achteten. In manchen Fällen, wo ich den zweiten Ton als identisch mit dem vorhergehenden zweiten zu erkennen glaubte, gab ich gleichwohl ein anderes Intervallurtheil ab. In anderen Fällen urtheilte ich in zwei aufeinanderfolgenden Versuchen „rein“, während ich genau wahrgenommen hatte, dafs der zweite Ton etwas höher geworden war: das Intervall als solches schien mir eben trotzdem innerhalb der Grenzen der Reinheit zu bleiben.

Wenn die Höhenveränderungen des zweiten Tons als solche wesentlich mitwirkten, wäre auch zu erwarten, dafs unter den vorgelegten Abstimmungen eine mittlere als reines Intervall bezeichnet würde, während z. B. bei der Octave geradezu die höchste Stimmung als rein galt. Es schien mir hier sogar eher umgekehrt, dafs ich die Höhenveränderung des zweiten Tons nach dem Eindruck des Intervalls beurtheilte.

Der Violinspieler, der die Saite hin- und herschraubt, bis sie rein zur anderen stimmt, erkennt natürlich ihre Höhenänderung als solche; aber sein Reinheitsurtheil wird doch nicht dadurch bestimmt, sondern durch die Intervallveränderung.

d) Sehr auffällig macht sich bei verstimmten Intervallen, besonders verkleinerten, der Eindruck geltend, dafs sie ihrem Charakter nach den nächstfolgenden musikalischen Intervallen ähnlich werden, auch wenn sie von

---

[1] Bei manchen Reihen wufste der Beobachter nicht einmal, ob nur der erste oder der zweite oder beide Töne veränderlich waren; hier konnte also um so weniger eine zufällig wahrgenommene Höhenveränderung zu Schlüssen auf die Intervallveränderung benützt werden.

diesen noch ungleich weiter entfernt sind als von den ursprünglichen. So machte namentlich die Octave bei einigermaafsen stärkerer Verstimmung häufig fast ganz den Eindruck einer grofsen Septime, obgleich sie der reinen Octave immer noch acht- bis zehnmal näher lag als der Septime. (Vgl. o. S. 127.) Man findet Aehnliches übrigens auch bei Versuchen über Unterschiedsempfindlichkeit: man hat hier oft den Eindruck einer Halbtonstufe. Nicht als wenn man eine solche wirklich zu hören glaubte; aber der Gefühlseindruck ist ein ähnlicher, man fafst darum, wie sich einer äufserte, den Uebergang „unter den Begriff des Halbtons". Ich habe dasselbe auch bei Untersuchungen über den Unterschied beider Ohren gefunden: die Personen, welche einen merklichen Unterschied zwischen ihren beiden Ohren beobachten, geben häufig an, denselben Ton rechts um einen Halbton, mindestens einen Viertelton, höher zu hören, während der Unterschied sich experimentell vielleicht auf 2—3 Schwingungen feststellen läfst.

Bei der absteigenden Quinte, wo mir das Reinheitsurtheil besonders schwer vorkam, stellte ich mir öfters geradezu die Frage in dieser Form: gleicht das Intervall mehr der kleinen Sexte oder mehr dem Tritonus? Obschon es natürlich am allermeisten der Quinte gleichen mufste, schien es mir doch vortheilhaft, auf diese Charakterverschiedenheit zu achten.

e) Es war bei den Intervallen der letzten Versuche subjectiv schwerer zu urtheilen über a b s t e i g e n d e als über a u f s t e i g e n d e Intervalle, und man fand sich bei absteigenden zuerst in Versuchung, sie in Gedanken umzudrehen. „Die absteigende Quinte hat etwas Unnatürliches" steht in meinen Aufzeichnungen. Es wurden darum die Pausen zwischen den Einzelversuchen hier gröfser genommen, damit nicht der tiefere Ton des vorhergehenden und der höhere des nachfolgenden Versuchs einander zeitlich zu nahe kämen und so die Umkehrung begünstigt würde. Man konnte sich indessen gewöhnen, die absteigende Folge als solche zu beurtheilen. Von mir kann ich bestimmt sagen, dafs dies bald der Fall war, obgleich der Umstand, dafs diesmal der höhere Ton (bis auf den letzten Theil der Versuche) zugleich der veränderliche Ton war, erschwerend wirkte. Nur ein Beobachter (LÖWENFELD) blieb nach seiner Aussage bei der Umkehrung.

Anders war es bei den Versuchen mit der kleinen Terz (aus

dem 1. Cap.): hier schien es natürlicher, von oben nach unten zu urtheilen. Besonders wurde uns so das Urtheil über Verminderungen erleichtert: man kam leichter zu dem Urtheil, dafs der tiefere Ton zu hoch, als dafs der höhere zu tief war.

f) Gleichzeitige Töne in Gedanken in aufeinanderfolgende zu übersetzen, ist zum Reinheitsurtheil nicht erforderlich, wenn es auch öfters geschieht. Man mufs wohl die Töne während des Hörens in Gedanken isoliren, um die genaue Höhe eines jeden sich deutlicher zum Bewufstsein zu bringen, als es im ersten Momente der Fall ist. Aber das Reinheitsurtheil kann dann aus dem gleichzeitigen Eindruck als solchem abgeleitet werden.

Stellt es sich nicht sogleich fest, so rücke ich innerlich den höheren Ton versuchsweise hin und her und probire so, ob durch Erhöhung oder durch Vertiefung das Intervall reiner würde.

g) Bei gleichzeitigen Tönen achten einzelne Beobachter auf die Combinationstöne, auch wohl auf Schwebungen, Aber die meisten thun dies nicht, und die es thun, fahren nicht besser dabei. Im Gegentheil, ihre Urtheilsreihen fielen oft schlechter aus. Dies ist natürlich so: Schwebungen können nur anzeigen, dafs das Intervall von der physikalischen Reinheit abweicht, aber nicht, nach welcher Richtung. Und Combinationstöne können nur dadurch dienlich sein, dafs sie selbst auf ihre Reinheit zu einem der Primärtöne (oder zu beiden) beurtheilt werden. In dieser Hinsicht bieten sie zwar insofern einen Vortheil, als die Verstimmung des Combinationstons nothwendig immer gröfser ist als die des Primärtons, aber dafür liegt er viel tiefer, und in der Tiefe sind auch wieder gröfsere Abweichungen nöthig, um die Unreinheit zu erkennen. Also ein besonderer Vortheil springt dabei nicht heraus.[1] Man konnte sich auch nicht etwa nach der

[1] Dem widerspricht nicht, dafs ich in der Tonpsychologie (II, 244) die Combinationstöne für nützlich erkläre, um Unterschiede wie den der beiden Halbtonstufen 15:16 und 24:25 zu erläutern und controlirbar zu machen. (Wenn man z. B. von c^2 es^2 nach c^2 e^2, dann von c^2 e^2 nach c^2 f^2 geht, reagirt der Differenzton zuerst durch einen grofsen Terzen-, dann durch einen Quartenschritt.) Dies sind schon sehr bedeutende Unterschiede gegenüber den hier benützten. Und unsere Intervalle folgten sich ja auch nicht unmittelbar, sondern jedes wurde möglichst isolirt. Endlich hätte die Wahrnehmung der Richtung und Gröfse der Differenztonbewegung immer noch keinen eindeutigen Anhaltspunkt für unsere Frage gegeben.

absoluten Höhenlage des Differenztons richten, weil bald der höhere, bald der tiefere, bald beide Primärtöne verändert wurden; weshalb Erhöhung des Differenztons Verkleinerung und Vergröfserung des Intervalls bedeuten konnte.

Ueberdies bedarf die Wahrnehmung von Schwebungen wie von Combinationstönen einiger Zeit, und wenn man glücklich dazu gelangt ist, oder schon vorher, — kann der Versuch zu Ende sein. Ich selbst habe Schwebungen und Differenztöne bei diesen Versuchen fast nie vernommen, da eben die Aufmerksamkeit gänzlich auf die Primärtöne und ihr Intervall gerichtet war. Bei der Octave mit gleichzeitigen Tönen hatte der Experimentator das physikalisch reine Intervall ausgeschlossen, weil er fürchtete, dafs der Mangel der Schwebungen die Reinheit verrathen könnte. Es zeigte sich aber, dafs ich, obgleich nun also immer Schwebungen da waren, doch viele Reinheitsurtheile aufgeschrieben hatte.

Siebentes Capitel.

Zur Erklärung der gefundenen Regelmäfsigkeiten und der Reinheitsurtheile überhaupt.

(C. Stumpf.)

1. Ein bestimmtes Intervall ist für unser Bewufstsein, wie ich anderwärts dargelegt habe[1], durch zwei Eigenschaften charakterisirt: durch die Verschmelzung und (innerhalb Eines Verschmelzungsgrades) durch den relativen Abstand der beiden Intervalltöne. Grofse und kleine Terz haben, soweit die Beobachtungen reichen, den gleichen Verschmelzungsgrad, unterscheiden sich aber durch die ungleiche Entfernung der Töne, wenn ein gemeinschaftlicher Ausgangston für die Vergleichung zu Grunde gelegt wird (daher „relativer" Abstand); sei es, dafs wir dabei den tieferen oder den höheren Ton als gemeinsamen nehmen. Aufser diesen primären, aus dem Begriff des Intervalls überhaupt fliefsenden, Merkmalen giebt es noch mancherlei secundäre. So ist auch wohl der absolute Abstand der beiden Töne, wenn wir uns in einer engbegrenzten Region, z. B. einer

[1] Consonanz und Dissonanz (*Beitr. z. Akustik und Musikwissenschaft* I, 1898), S. 68f.

Octave, halten, für ein bestimmtes Intervall constant genug, um als Merkmal für das Gedächtnifs zu dienen; ferner kommen bei Sängern die Muskelempfindungen des Kehlkopfs hinzu u. s. f.

Man sollte nun denken, dafs auch die Reinheit eines Intervalls nach denselben Kriterien beurtheilt würde, also nach der Genauigkeit, mit der die bezügliche Verschmelzungsstufe, Distanz u. s. f. erreicht ist. Aber nothwendig ist diese Folgerung nicht; und thatsächlich sind alle diese Eigenschaften für unser Bewufstsein nicht fein genug abgestuft, um uns so minutiöse Unterschiede erkennen zu lassen, wie wir sie in Wirklichkeit erkennen.

Um beim letzten anzufangen, so sind Muskelempfindungen ein viel zu grobes Material. Es kann nicht die Rede davon sein, dafs wir die Kehlkopfstellungen, die Intervallunterschieden von 0,1 Schwingungen entsprechen, noch als verschieden erkennen und im gegebenen Fall im Gedächtnifs reproduciren könnten, um danach die Abweichung einer Terz von der Reinheit zu beurtheilen. Man hat Muskelempfindungen lange Zeit auch bei den feinsten Gröfsenvergleichungen auf räumlichem Gebiet als maafsgebend erachtet, kommt aber auch dort mehr und mehr davon zurück.

Auch das Abstandsurtheil läfst uns in Stich. Wie schwierig und unbestimmt Abstandsvergleichungen im Tongebiete sind, hat sich aus anderen Versuchen ergeben.[1] Es würde uns ganz unmöglich sein, zu sagen, ob der Abstand der Töne 400 und 501 oder der von 480 und 596 der gröfsere ist; während wir vielleicht ganz bestimmt die erste Terz als subjectiv rein, die zweite als zu klein beurtheilen. Freilich wenn wir zwei eben so verschiedene grofse Terzen von genau gleichem Grundton unmittelbar nacheinander hören, werden wir leicht sagen, welche die gröfsere ist: aber dann ist es nicht die Veränderung des Tonabstandes, die wir wahrnehmen, sondern die Veränderung des hohen Tones an sich. Wenn wir aber, wie bei unseren Versuchen, einzelne gegebene Terzen in Bezug auf ihre Reinheit beurtheilen sollen und diese Aufgabe mit Hülfe von Abstandsbestimmungen lösen sollten, so müfsten wir bestimmen können, ob der vorliegende Tonabstand sich mit einem anderen uns als innerer Maafsstab vorschwebenden

---

[1] S. m. Aufsatz „Ueber Vergleichungen von Tondistanzen“, *Zeitschr. f. Psych.* I, 419f. Auch Tonpsych. I, 247f., II, 403ff.

deckt oder nicht, und in welcher Richtung er davon abweicht. Ein solches Urtheil ist, wie gesagt, selbst dann, wenn die beiden Tonabstände in sinnlicher Wahrnehmung zum Vergleich gegeben werden, nur sehr unbestimmt: wie viel weniger würde es hinreichen, wenn der eine davon nur innerlich reproducirt wird.

Aber auch die Verschmelzung, das primäre Merkmal des Intervallbegriffes, gestattet keine so feinen Unterscheidungen. Sonst würde man sich nicht streiten können, ob die grofse und die kleine Terz, ob Terzen und Sexten sich in dieser Hinsicht noch unterscheiden. Es sind nur die groben Abstufungen zwischen den Hauptclassen der Intervalle nach Consonanz und Dissonanz, die so fixirt werden können.

Indem ich unsere Frage während der Versuche stets im Auge behielt, auch mit anderen Beobachtern darüber sprach, bin ich selbst von der früher gehegten Meinung abgekommen, als ob es sich bei den hier wahrgenommenen feinsten Verstimmungen um merkliche Veränderungen der Verschmelzung handelte, und sehe mich vielmehr zu der Anschauung geführt, dafs ein Unlustgefühl bestimmter Art uns hierüber Aufschlufs giebt. Wir bezeichnen es bei den vergröfserten Intervallen als das der Spannung, Schärfe, Ueberreizung u. dgl., bei den verkleinerten als das der Mattigkeit, Schalheit, Stumpfheit u. dgl.[1]

Dieses Gefühl mufs sich auf Grund einer angeborenen Mitgift im Laufe der individuellen Uebung zu einer so aufserordentlichen Feinheit entwickeln. Es kann aber nicht durch die Wahrnehmung der Verschmelzungsunterschiede bedingt sein, sonst würde eben diese Wahrnehmung so fein sein, wie wir es selbst finden. Es mufs vielmehr direct durch den sinnlichen Eindruck der bezüglichen Töne, wenn sie nacheinander oder zugleich gegeben werden, bedingt sein. Aber es mufs doch auch, wie die Ergebnisse des zweiten Capitels und sonstige Beobachtungen (z. B. S. 369 Anm.) zeigen, durch Nebenumstände, durch zeitweilige Gewöhnung, durch Contrast u. s. f. modificirbar sein, sodafs der subjective Reinheitspunkt sich dann für uns verschiebt.

---

[1] Ganz ebenso beschreibt M. Planck den Eindruck in der oben S. 86 erwähnten Abhandlung. Auch über die zeitweilige Accommodation des Gehörs an eine gewisse Stimmung eines Intervalls findet man daselbst lehrreiche Bemerkungen, die durchaus unseren Wahrnehmungen entsprechen.

Diese Unreinheitsgefühle sind ihrer Qualität nach nicht verschieden bei verschiedenen Intervallen. Sie hängen principiell nicht zusammen mit dem Intervallgefühl, dem eigentümlichen Charakter der einzelnen Intervalle (der Süfsigkeit der reinen Terz, der Leerheit der Quinte, dem Glanz oder der Erhabenheit der Octave u. dgl.), sondern sie zeigen bei allen Intervallen immer nur die nämlichen zwei Qualitäten „scharf" und „matt".

Die Befriedigung bei der Erreichung des subjectiv reinen Intervalls ist, scheint mir, gleichfalls bei allen Intervallen qualitativ die nämliche. Alles qualitativ Verschiedene im Gefühlseindruck reiner Intervalle fliefst aus anderen Quellen; und wenn wir auch bei dem wohlthuenden Eindruck einer reinen Terz nicht zwei verschiedene Gefühle gesondert nebeneinander haben, ein Intervallgefühl und ein Reinheitsgefühl, so mufs doch in der Theorie die Unterscheidung gemacht werden.

Wir gebrauchen im Folgenden den Ausdruck „Reinheitsgefühl" für die negativen und die positiven Gefühle (Unlust- und Lustgefühle) dieser Gattung, betrachten aber die negativen, die Unreinheitsgefühle, als die primären.

In besonderen Fällen kann das Intervallgefühl trotz der principiellen Unabhängigkeit auf das Reinheitsgefühl Einflufs üben. So ist es bei der kleinen Terz. Wir haben gesehen, dafs hier Verkleinerungen, auch wenn sie deutlich als solche aufgefafst wurden, nur mit geringem Unlustgefühl verknüpft waren (S. 98). Die Mollterz verträgt eben ihrem Intervallcharakter nach etwas Mattes, Gedrücktes. Nur wenn es im gegebenen Fall unsrem Geschmack nach des Guten zuviel ist, bezeichnen wie sie als unrein. Dagegen verträgt sie etwas Scharfes überhaupt nicht, es sei denn, dafs der akustische Geschmack vorübergehend umgestimmt ist. Entsprechendes zeigte sich auch bei der grofsen Terz (S. 109).

Der Recurs auf ein eigenes Reinheitsgefühl hat für den erklärungsbedürftigen Psychologen etwas Widerstrebendes; insofern man die verrufene Erklärungsweise darin finden könnte, die für jede Erscheinung eine besondere Kraft statuirt. Doch liegt die Sache hier etwas anders. Gefühle sind nicht hypothetische Kräfte, sondern beobachtbare Wirklichkeiten, und das Vorhandensein eines Reinheitsgefühls ist ganz zweifellos. Die Frage kann nur sein, ob es die Folge des Reinheits- (bez. Unreinheits-) Urtheils ist oder seine Ursache. Wir entscheiden uns, ge-

zwungen durch die Thatsachen, für die letztere Annahme; und ich gestehe, daſs mir dieses, meinen ursprünglichen Anschauungen entgegengesetzte, Ergebniſs als das wichtigste dieser Untersuchung erscheint, da es zu neuen wesentlichen Gesichtspunkten hinführt.

Denn nun erwächst die Aufgabe, die Entstehung des Reinheitsgefühls selbst zu erklären. Hierüber muſs eingehender im Zusammenhang der musikalischen Gefühlslehre untersucht werden. Vorläufig nur Folgendes. Das Reinheitsgefühl kann im Verlauf des individuellen Lebens auſserordentlich gesteigert werden; aber der Anlage nach scheint es angeboren zu sein. Dagegen ist wieder eine Entwickelung dieser angeborenen Mitgift im Laufe der Generationen anzunehmen, und hier allerdings dürfte, wenn wir bis auf die erste Entstehung zurückgehen, das Causalverhältniſs zwischen Urtheil und Gefühl das umgekehrte sein, also das Urtheil das Primäre und das Gefühl die Folge davon. Es läſst sich denken, daſs zuerst gröbere Abweichungen von dem reinen Intervall in der That als Abweichungen von der bezüglichen Verschmelzungsstufe wahrgenommen wurden, und daſs diese rein theoretische Wahrnehmung auf Grund des Verschmelzungsmerkmals das Bedürfniſs erzeugte, den einen der beiden Töne um soviel zu verschieben, bis die zunächstliegende ausgesprochene Verschmelzungsstufe (der nächstliegende Gipfel der Verschmelzungscurve, Tonpsych. II, 176) erreicht war; oder, was dasselbe ist: daſs die Abweichung von diesem Punkte eben als Abweichung vom Normalen aufgefaſst wurde. Wenn wir dabei von einem „Bedürfniſs" nach einem „Normalen" reden, ist allerdings vorausgesetzt, daſs in den bezüglichen Verschmelzungsstufen selbst schon irgend etwas Reizvolles lag; und dies setzt wieder das Vorhandensein eines gewissen Intervallgefühles voraus. Aber wenn auch nur beispielsweise die Einheitlichkeit der Octave als etwas Merkwürdiges empfunden wurde, so war schon ein solcher Reiz gegeben.

Jenachdem es sich nun um eine Abweichung nach der Höhe oder Tiefe handelte, jenachdem das Intervall vergröſsert oder verkleinert werden muſste, um die nächstliegende wohlmarkirte Verschmelzungsstufe zu erreichen, erschien die Abweichung als ein Zurückbleiben oder ein Hinausgehen über das Normale, woran sich dann leicht die Association der Schärfe, der Uebertreibung oder der Mattigkeit, Unzulänglichkeit, Schalheit u. dgl.

knüpfen konnten. Das Gefühl, das so entstand, war ein auf Wahrnehmung und daran associirten Vorstellungen beruhendes. Dieses scheint aber allmählich in ein rein sinnliches übergegangen zu sein, das direct von der Empfindung der beiden Töne ausgelöst wird, bevor noch die Wahrnehmung der Abweichung erfolgt. In dieser Form wird es nun angeboren und dient dem Wahrnehmungsurtheil über Abweichungen als Wegweiser. Auch zu den Associationen, deren Wirkung es früher gewesen, verhält es sich nunmehr als Ursache.

Es soll dies aber hier nur als Idee ausgesprochen sein, um einen Weg anzudeuten, auf dem man in der Erforschung der Causalzusammenhänge weiterkommen könnte, und auf welchen man sich meiner Meinung nach auch in anderen Fragen der musikalischen Gefühlslehre gewiesen findet.

2. Wir begreifen nun zunächst, wie es vorkommen kann, dafs man ein Intervall als unrein beurtheilt, ohne doch sogleich die Richtung der Verstimmung angeben zu können. Manche Personen finden sich öfter, andere seltener in dieser Lage. Bei der Frage nach Gleichheit oder Verschiedenheit zweier Töne (Unterschiedsempfindlichkeit) kann es im Grunde nicht vorkommen, dafs man klar die Verschiedenheit erkennt, ohne zugleich zu erkennen, ob der zweite Ton tiefer oder höher ist als der erste[1], weil hier doch wohl nur die Empfindung als solche maafsgebend sein kann und die beiden Richtungen der Tonbewegung nichts Gemeinschaftliches haben. Dagegen kann das Erwähnte hier vorkommen, weil die beiden Abweichungen die Unannehmlichkeit des Eindrucks gemeinsam haben und sich dadurch von dem subjectiv reinen Intervall gemeinschaftlich unterscheiden. Es kann geschehen, dafs einer zunächst nur im Allgemeinen eine undefinirbare Unbehaglichkeit verspürt, wie sie für unreine Intervalle charakteristisch ist, und dafs dieser generelle Eindruck stärker und deutlicher ist als die specifische Verschiedenheit innerhalb des Unreinheitsgefühls. Hierin können auch persönliche Unterschiede bestehen. Selbstverständlich kann jene allgemeine Unbehaglichkeit durch Nebenumstände auch beim reinen Intervall hervorgerufen werden, ebenso wie die specifischen Gefühlsunterschiede nicht untrüglich sind.

---

[1] Vgl. M. Meyer, Unterschiedsempfindlichkeit etc. Oben S. 73f.

3. Dafs die grofse Terz gröfser, die kleine kleiner gewünscht wird, als es den physikalischen Verhältnissen 4 : 5 und 5 : 6 entspricht, daran scheint mir nicht die Gewöhnung an die temperirte Stimmung oder gar ein Einflufs der pythagoreischen Quintenconstruction Schuld zu sein. In beiden Fällen würde man erheblich gröfsere Abweichungen erwarten müssen. Aufserdem ist die Erkenntnifs einer Verwandtschaft vierten Grades, wie sie bei der pythagoreischen Terz stattfinden würde, eine psychologisch unmögliche Leistung. Man kann nicht annehmen, dafs der Hörer, dem eine grofse Terz zur Beurtheilung ihrer Reinheit vorgelegt ist, in aller Schnelligkeit vier Quintengänge und zwei Octavenschritte mache, und dafs dabei auch noch eine ebensogrofse oder gröfsere Genauigkeit herauskäme als bei jedem Quinten- und Octavenschritt für sich (denn Terzen wurden ja ebensogut oder besser beurtheilt als diese Intervalle). Und was die temperirte Terz betrifft, so hat man mit Recht bemerkt, dafs auch im Volksgesang und in anderen Fällen, wo keine Nachwirkung des Claviers angenommen werden kann, dennoch eine Ueberhöhung der grofsen Terz häufig beobachtet wird, sowie umgekehrt, dafs die physikalisch reine Stimmung von Accorden meistens auch von Solchen vorgezogen wird, die sich lebenslang mit Clavierspiel beschäftigt haben.

Der Grund für die Abweichungen bei den Terzen liegt meines Erachtens einfach in den ästhetischen Bedürfnissen des Ausdrucks, auf die bereits Moritz Hauptmann gelegentlich hinwies. Man steigert in aller Kunst gern das Charakteristische, um es besser hervorzuheben, also die Gröfse der grofsen, die Kleinheit der kleinen Terz. Aber die Steigerung darf für ein feines Ohr und einen feinen Geschmack eben auch nur ein sehr Geringes betragen.

Eben darum ist dieser Zug auch nur im Allgemeinen zu constatiren, nicht ausnahmslos, und kann durch Nebeneinflüsse auch gelegentlich in sein Gegentheil verkehrt werden.

4. Dafs nun aber nicht blos bei grofsen Terzen, sondern auch bei Quinten und Octaven eine Neigung zur Vergröfserung, und zwar mit der Gröfse des Intervalls zunehmend, sich findet, und dafs dies besonders bei aufsteigender Bewegung hervortritt, läfst sich vielleicht auf folgende Umstände zurückführen:

a) Bei den consonanten Intervallen aufeinanderfolgender Töne der Dur-Leiter läfst sich eine Neigung verstehen, in der

Richtung der Tonbewegung ein wenig zu übertreiben, also das Intervall etwas zu erweitern. Das Bedürfnifs des musikalischen Ausdrucks scheint dahin zu drängen. Jeder Intervallschritt, sei es nach der Höhe, sei es nach der Tiefe, hat eine gewisse melodische Bedeutung, wenn sie sich auch nicht zureichend in Worte fassen läfst, und diese Bedeutung hängt mit an der relativen Distanz der Töne. Die grofse Terz hat schon etwas relativ Energisches (um dies einmal so auszudrücken) gegenüber der kleinen, durch das Ergreifen der zweiten Ganztonstufe statt der im Tonsystem ebenso möglichen Halbtonstufe. Der Quintenschritt ist aber wieder energischer als der Terzenschritt, und der Octavenschritt energischer als der Quintenschritt. Damit ist nicht Alles ausgedrückt, was der musikalische Mensch bei diesen Tonschritten fühlt, aber immerhin etwas davon. Wegen dieser ihrer dynamischen Bedeutung nun mögen wir jene Schritte lieber etwas zu grofs als zu klein hören, um des eigenthümlichen Reizes, der schon in dem blofsen Fortschreiten in einer gewissen Richtung (mit Ueberspringung zwischenliegender Stufen) liegt, nur ja nicht verlustig zu gehen. Es ist dieser Zug wieder nur ein Ausflufs des Princips kleiner Uebertreibungen zu Gunsten des Charakteristischen. Zugleich ist daraus ersichtlich, warum die Neigung zur Vergröfserung mit der Gröfse der Schritte selbst wächst.

b) Sie wird sich aber besonders geltend machen bei aufsteigender Tonbewegung, weil dieser von vornherein der Charakter des energisch Fortschreitenden vorzugsweise eignet. Man fängt die Tonleiter unten an, auch Melodien beginnen gewöhnlich mit aufsteigender Bewegung, und wenn unleugbar den absteigenden Melodieanfängen ein besonderer Reiz innewohnt, hängt dies wahrscheinlich gerade auch mit dem Ungewöhnlicheren zusammen. Warum es natürlicher ist, aufsteigend zu beginnen, haben wir hier nicht zu untersuchen (es mögen u. a. räumliche Analogien, wie Ersteigen eines Gipfels u. dergl. mitwirken), die Thatsache wird man zugeben. Daher erschien uns auch das aufsteigende Intervall in den Versuchen natürlicher und bestand mehr oder minder die Neigung, das absteigende in Gedanken umzukehren und dann erst auf seine Reinheit zu prüfen (o. S. 151).

Indessen werden alle Umstände, die das Ausdrucksbedürfnifs in dieser Hinsicht modificiren, auch die Intonation modificiren.

So wird es namentlich auch auf die Accentvertheilung ankommen. Ich zweifle kaum, dafs gute Spieler z. B. die aufsteigende Octave beim Beginn des MOZART'schen *Es*-Dur-Quartetts durchschnittlich physikalisch rein intoniren, ohne Neigung zur Vergröfserung. Wir müssen immer im Auge behalten, dafs die isolirten Octaven, die wir hier mit Beseitigung aller Intensitäts- und sonstigen Unterschiede vorlegten, gewissermaafsen Abstractionen sind, an denen sich ein Niederschlag musikalischer Erlebnisse geltend machen kann, dafs aber in der Wirklichkeit die Umstände des einzelnen Falles viel ausschlaggebender sein können. Wir haben einen Leichenbefund aufgenommen und etwa eine Herzvergröfserung gefunden, aber wie das Herz dann und dann geschlagen hat, können wir daraus nicht entnehmen.

Bei der kleinen Terz ist ihres Charakters wegen die absteigende Bewegung natürlicher. Doch wird das ästhetische Motiv, durch welches sie noch mehr verkleinert wird, gleichwohl auch bei ihr am stärksten dann wirken, wenn die Tonbewegung in der Richtung stattfindet, in der wir die Durterz zu beurtheilen pflegen: denn nur dann kommt uns der Gegensatz der zurückgehaltenen Bewegung zur Halbtonstufe und der frei zum Ganzton fortschreitenden zum Bewufstsein, wenn die Bewegung in gleicher Richtung stattfindet. Das Moll wird am Dur gemessen. Daraus liefse sich verstehen, warum die Neigung zur Verkleinerung der kleinen Terz sich gleichfalls am meisten bei aufsteigender Bewegung zeigt (o. S. 99).

Zu dem genannten Motiv der Vergröfserung aufsteigender grofser Terzen, Quinten und Octaven kommt ein weiteres Motiv noch bei Sängern und solchen, die viel singen hören. Der Sänger und mit ihm der Hörer fürchtet eine zu tiefe Intonation bei aufsteigenden Intervallen mehr als eine zu hohe, einfach weil die Gefahr des Detonirens in Folge der natürlichen Trägheit des Organs und bei höheren Lagen in Folge der erforderlichen Anstrengung gröfser ist als die Gefahr zu hoher Intonirung. Es giebt zwar auch Sänger und zumal Sängerinnen, die consequent zu hoch singen, aber der Fall ist weit seltener. Dafs man aber auch beim blofsen Singenhören von diesen Gefühlen mitafficirt ist, werden Viele bestätigen. Ich habe nicht selten beim Anhören nicht ganz sicherer Solisten oder Chöre ein Gefühl reeller Anstrengung im Kehlkopf, und Andere geben sogar an, dafs sie sich an Stelle des Sängers heiser fühlen.

Von solchen Erfahrungen könnte also auch etwas auf das Urtheil übergegangen sein und zur Bevorzugung vergröfserter Intervalle mitwirken, wobei wiederum die Neigung mit der Gröfse des Intervalles wachsen mufs.

c) Von den Intervallen mit aufeinanderfolgenden Tönen kann nun eine solche Neigung auf die mit gleichzeitigen übergegangen sein. Wenn sie hier bei der Quinte besonders hervortritt (in den Collectivversuchen überhaupt nur bei der Quinte), so liegt dies wohl an der praktischen Verwendung der Quinte zum Stimmen, wobei die Saiteninstrumente wieder lieber etwas scharf stimmen, weil sich die Saiten doch wieder etwas herunterziehen, und die höheren mehr als die tieferen.[1] —

Ich gebe indessen alle diese Erklärungen mit gebührender Reserve. Man erklärt auch manchmal auf solchem Wege Dinge, die sich bei weiterer Erfahrung gar nicht als richtig herausstellen. Dafs jedenfalls psychologische Motive, die mit der Sensibilität für Gefühlswirkungen der Intervalle zusammenhängen, hier wirksam sind, geht wohl schon aus den nicht unerheblichen graduellen Differenzen hervor, die sich zwischen den Individuen finden (vgl. namentlich die Angaben bei CORNU und MERCADIER für Quinte und Octave); ebenso aus der zeitweiligen Paralysirung dieser Einflüsse bei einunddemselben Individuum (2. Cap.). Es mögen aber auch noch hier und da Züge mitwirken, die in allgemeineren Gewohnheiten des Sinnesurtheils gründen, namentlich solche, die an die zeitliche Anordnung der Eindrücke geknüpft sind; doch haben unsere Versuche bestimmte Anhaltspunkte dafür nicht gegeben.

5. Dafs das Urtheil bei gleichzeitiger Angabe der Töne schlechter ausfiel, d. h. gröfsere Verstimmungen nöthig waren, um als solche erkannt zu werden, müfste paradox erscheinen, wenn das Kriterium des Reinheitsurtheils in der Verschmelzung der Töne läge, da die Verschmelzung bei gleichzeitigen Tönen doch an den actuellen Empfindungen wahrgenommen wird, bei aufeinanderfolgenden aber an einem empfundenen und einem blos vorgestellten Ton. Aber es ist uns nicht mehr paradox, nachdem wir erkannt haben, dafs das Urtheil auf einem besonderen Gefühl beruht, welches sich bei

[1] Vgl. meine Beobachtungen über Stimmen im Unisono, Tonpsych. I, S. 303.

aufeinanderfolgenden Tönen ebenso gut entwickeln kann. Ja es ist nun die Gleichzeitigkeit ein Hindernifs des Urtheils, weil dadurch der einzelne Ton weniger leicht in seiner Eigenthümlichkeit erkannt wird. Und je stärker die Verschmelzung, um so gröfser das Hindernifs, weil stärker verschmelzende Töne eben weniger vollkommen auseinandertreten. Daher die Schwierigkeit des Urtheils gerade bei der Octave. Bei der Terz mag die relativ geringe Distanz der Töne einen ähnlichen Effect haben. Dagegen stehen Quinten in beiden Beziehungen in der Mitte, und sind überdies als hauptsächliches Stimmintervall im Vortheil.

Es entsteht nur die Frage, warum man gerade Quinten, und zwar gleichzeitige, zum Stimmen (beim Clavier und bei den Streichinstrumenten aufser dem Contrabafs) benützt. Delezenne war der Meinung, dafs die besonders feine Empfindlichkeit für dieses Intervall den Anlafs bilde. Es wird aber vielmehr umgekehrt sein. Und die Ursache, warum man Quinten zum Stimmen der Streichinstrumente benützt, liegt wohl einfach darin, dafs bei unseren gegenwärtigen Streichinstrumenten aufser dem Contrabafs die Saiten aus praktischen Gründen der Handhabung nun einmal dieses Intervall darbieten; man hat gefunden, dafs sich so am besten darauf spielen läfst. Gleichzeitig aber streicht man sie an, weil man dabei schneller zum Ziele kommt und weil so minimale Differenzen, wie sie beim successiven Streichen noch etwa zu ermitteln wären, praktisch ganz gleichgültig sind. Cellisten pflegen indessen schon häufig das Nacheinander der Töne zu benutzen, um sich der Reinheit zu vergewissern (oder sie nehmen das Flageolet zu Hülfe).

Beim Clavier empfiehlt sich die Benützung von Quinten (aufser Octaven) zum Abstimmen wegen der gleichschwebenden Temperatur, weil die erforderlichen Schwebungen bei Quinten besonders gut zu beobachten sind. Durch die gleichschwebenden Quinten wird nun freilich das Gehör für reine Quinten nicht geschärft, aber auch nicht verdorben; es wird überhaupt nicht dadurch beeinflufst, sonst müfste eine Verkleinerung vorgezogen werden. Die Uebung im Stimmen kommt hier aber überhaupt als Erklärungsprincip nicht in Betracht, da Clavierspieler ihr Instrument nicht selbst zu stimmen pflegen.

6. Dafs obertonreiche Klänge weniger sichere Reinheitsurtheile liefern, kann nur für diejenigen wunderbar sein, die mit Helmholtz in zusammenfallenden Ober-

tönen das Wesen der Consonanz und der Intervalle erblicken Ja sie müssen consequent das Reinheitsurtheil bei einfachen Tönen für überhaupt unmöglich erklären. Hat aber Consonanz mit Obertönen nichts zu thun, wie dies aus zwingenden Gründen hervorgeht, so wird der Reichthum an Obertönen keinen Vortheil für das Intervallurtheil bilden. Umgekehrt müssen die unvermeidlichen dadurch bedingten Nuancen der Klangfarbe der beiden Klänge störend wirken: und so war es auch.

Seltsamerweise findet Schischmanow in seinen Ergebnissen statt einer Widerlegung eine Bestätigung der Helmholtz'schen Lehre: „Im Allgemeinen dürfte der Satz, daſs wir die Reinheit der harmonischen Intervalle nach der Coincidenz der Partialtöne beurtheilen, seine Gültigkeit behaupten.“ Er schlieſst dies daraus, daſs die Reihenfolge der Intervalle nach ihrer Empfindlichkeit für Verstimmungen sich als übereinstimmend mit der Reihenfolge nach der Consonanz erwiesen habe. Da er aber mit Stimmgabeln operirte, die überhaupt keine Obertöne, oder nur die zwei ersten schwach enthalten, während doch bei der groſsen Terz der 4. und der 5., bei der kleinen Sexte der 5. und der 8. Theilton zusammenfallen müſsten, so war die Consequenz, die er ziehen muſste, genau die umgekehrte. So stark sind Vorurtheile.

7. Was endlich die Ordnung der Intervalle nach ihrer Empfindlichkeit betrifft, so scheint aus unseren Ermittelungen hervorzugehen, daſs nur die Quinte sich vor den übrigen untersuchten Intervallen auszeichnet, daſs unter diesen selbst aber merkliche Unterschiede nicht bestehen. Bei der Quinte ist der Vorzug aus den vorher erwähnten Umständen zu begreifen.

Die Erklärung hat sich also in dieser Sache vielmehr darauf zu richten: Woher stammt das so gut wie allgemein angenommene Dogma, daſs die Empfindlichkeit für Verstimmungen mit dem Consonanzgrade des Intervalls abnehme?

Ich möchte glauben, daſs es mehr theoretische als empirische Wurzeln hat; wie es denn auch sogleich das erste Mal, wo wir es vorfinden, nämlich bei Ptolemaeus, mit speculativ-philosophischen Erwägungen in Zusammenhang steht, die auf den alten Satz hinauszulaufen scheinen, daſs die Verderbniſs des Besten

am schlimmsten ist.[1] Das heifst aber, auf unseren Fall übertragen, doch eigentlich nur: wenn wir eine Verstimmung merken, ist sie unangenehmer bei der Octave als bei der Quinte, Terz u. s. f. Aber es würde nicht schon beweisen, dafs wir sie bei der Octave eher bemerken. Die Octave hat sozusagen die stärkste Verpflichtung rein zu sein, man kann ihr eine Abweichung schwerer verzeihen. Das ist nicht zu verwechseln mit der Gröfse der ebenmerklichen Abweichung selbst. Im Gegentheil könnte man, wenn man hier analogisiren will, sagen: beim Vornehmen mufs mehr gestohlen werden, wenn es bemerkt werden soll, als beim kleinen Mann. Wenn man Intervalle als Tonabstände definirt (wie dies früher geschah), müfste man ohnedies den Schlufs in solcher Weise umkehren: denn von Terz zu Quinte und Octave nimmt der Tonabstand zu und bei gröfseren Abständen mufs man gröfsere Fehler erwarten.

Ich habe früher das allgemein angenommene Gesetz selbst für richtig gehalten und es, da ich zugleich der Meinung war, dafs die Verstimmung auf Grund wahrgenommener Verschmelzungsunterschiede beurtheilt werde, dahin ausgesprochen: dafs bei den stärkeren Verschmelzungen geringere Abweichungen noch erkannt würden. In dieser Form ist das Gesetz auch von allen, die seitdem über Tonverschmelzung geschrieben haben, angenommen worden. Aber es läfst sich nicht halten. Die reine Stimmung wird eben nicht an der genauesten Erreichung der bezüglichen Verschmelzungsstufe erkannt, sondern an dem Eintritt des eigenthümlichen Lustgefühls, das wir als Reinheitsgefühl bezeichneten und das innerhalb der consonanten Intervalle keine wesentlichen Abstufungen aufweist. Und die eben unreine Stimmung ist nicht eine ebenmerkliche Abnahme der bezüglichen Verschmelzung, sondern eine solche Abstimmung, bei der zuerst eine Spur der Mattigkeit oder der Schärfe auftritt, die sich nur als Unlustgefühle charakterisiren lassen und die wiederum für alle consonanten Hauptintervalle nicht blos den gleichen Gefühlston, sondern auch im Wesentlichen die gleiche Feinheit besitzen. Mit den Verschmelzungsstufen haben diese Gefühlsunterschiede nichts zu thun.

Man könnte die Annahme versuchen, dafs das alte Dogma

---

[1] Vgl. m. „Geschichte des Consonanzbegriffes", I. Theil, *Abhandl. der Münchener Akad. d. Wiss.* 21. Bd., 1897, S. 59.

doch wenigstens bei Klängen von schärferer Klangfarbe, wie sie ja in der praktischen Musik vorwiegend gebraucht werden, gewisse sachliche Anhaltspunkte habe. Stellen wir uns zuerst vor (was freilich nur eine Fiction ist), man beurtheile die Reinheit einer Octave so, dafs der höhere Ton mit dem zweiten Theilton des tieferen in Bezug auf Unisono verglichen werde, ebenso die Reinheit der Quinte durch Vergleichung des 3. Theiltons des tieferen mit dem 2. des höheren — wobei also die Reinheitsempfindlichkeit sich auf Unterschiedsempfindlichkeit reduciren würde. Dann müfste das Urtheil bei der Octave allerdings durchschnittlich am feinsten sein, da der zweite Theilton am stärksten unter den Obertönen vertreten zu sein pflegt, also die fragliche Vergleichung am leichtesten stattfände; und es müfste überhaupt mit abnehmender Consonanz die Schärfe des Reinheitsurtheils abnehmen, weil die Intensität der auf ihr Unisono zu prüfenden Theiltöne im Ganzen mit ihrer Ordnungszahl abnimmt. Nun findet zwar ein solcher Procefs beim gewöhnlichen musikalischen Urtheil nicht Statt: die Reinheitsempfindlichkeit ist nicht Unterschiedsempfindlichkeit, da man eben die Obertöne nicht gesondert heraushört. Aber es liefse sich annehmen, dafs die Obertöne, auch ohne gesondert vernommen zu werden, doch einen Einflufs auf das Reinheitsurtheil üben, indem kleine Abweichungen zwischen ihnen den bezüglichen beiden Klängen (auch wenn sie nur aufeinanderfolgen) etwas Fremdartiges gegeneinander gäben. Die Aehnlichkeit zweier Klänge, die durch gemeinsame unanalysirte Teiltöne entsteht, wird eben geringer, wenn sie nicht genau coincidiren.

Eine kühne Hypothese wäre es freilich, dafs Verstimmungen unbemerkter Theiltöne als Verstimmungen der ganzen Klänge gegen einander bemerkt würden, und es hat keiner von unseren Beobachtern auf Befragen zugegeben, dafs die Verstimmung der Quinte für ihn eine Verminderung der Aehnlichkeit ihrer beiden Töne miteinander bedeute; ja man verstand kaum, was damit gemeint war. Aber es wäre so wenigstens eine gewisse, wenn auch mehr papierne, Stütze für die Ueberlieferung zu finden.

Wir wollen nicht weitläufiger zeigen, warum eine wirkliche und sachliche Begründung doch nicht darin läge. Denn wenn auch die psychologische Construction einwandfrei und unsere Beobachtungen an obertonreichen Klängen damit vereinbar wären, so würde man immer noch kein Recht haben, den

Satz auch für obertonarme oder ganz einfache Töne auszusprechen.

Der Ursprung der überkommenen Lehrmeinung dürfte also doch wesentlich in rein speculativen Vorstellungen und in Mifsverständnissen liegen. Nachdem sie so aufgekommen war, hat Einer sie dem Anderen nachgesprochen.

Zum Einfluſs der Klangfarbe auf die Analyse von Zusammenklängen.

Von

C. STUMPF.

Diese Frage, der ich in der Tonpsychologie II, 348—358 längere Betrachtungen widmete, hat neuerdings zu Discussionen Anlaſs gegeben. Den Ausgangspunkt bildeten u. A. FAIST's Versuche an Unmusikalischen, über die im ersten Aufsatz dieses Heftes berichtet ist. Dort ist jedoch S. 13 aus Versehen angegeben, daſs nach FAIST die Unterschiede in der Zahl der Einheitsurtheile bei scharfen Klangfarben geringer wären als bei milden. Es verhielt sich in seinen Versuchen umgekehrt. Die Zahlen stellen sich (wenn wir nach dem Vorgange M. MEYER's für die Intervalle auſser Octave und Quinte nur die Durchschnittszahlen geben) folgendermaaſsen:

Procentzahlen von Einheitsurtheilen nach FAIST.

	Octaven	Quinten	Uebrige Intervalle
Milde Klänge (Register „Gedackt") .	52	44	26
Scharfe Klänge (Harmonium) . . .	83	54	22

Bei meinen eigenen Versuchen wurden so scharfe Klänge wie die des Harmoniums überhaupt nicht angewandt. Doch hatte ich bei den drei Prager Versuchsreihen (Tonpsych. II, 145 f.) die nämlichen Personen zuerst mit dem sehr obertonarmen Register Gedackt, dann in den zwei letzten Reihen mit dem schärferen Register Principal geprüft (letzteres gilt zwar auch noch als eines der milderen, lieſs aber doch ziemlich starke Obertöne hören). Die Ergebnisse waren, in gleicher Weise dargestellt, folgende:

Procentzahlen von Einheitsurtheilen nach STUMPF.

	Octaven	Quinten	Uebrige Intervalle
Milde Klänge (Gedackt)	75	68	10
Schärfere Klänge (Principal) . .	72	56	25
„ „ „ . . .	80	63	40

Die dritte dieser Reihen lassen wir zweckmäſsiger auſser Betracht, da die Töne hier um eine Octave höher lagen, während die beiden ersten Reihen in derselben Octave wie bei FAIST (der eingestrichenen) ausgeführt wurden.

Meine Ergebnisse stimmen mit denen FAIST's insofern überein, als die Zahlen der Octave und der Quinte sich beim Uebergang zu der schärferen Klangfarbe weiter von einander entfernen. Dagegen besteht eine Discrepanz insofern, als bei FAIST auch die Zahlen der übrigen Intervalle sich weiter von denen der Octave entfernen, während sie sich bei mir denselben nähern.

Indessen ist zu bedenken, daſs FAIST bedeutend stärkere Unterschiede in der Klangfarbe anwandte, und daſs seine Ergebnisse sich auch theoretisch ziemlich leicht begreifen, während das entgegengesetzte Verhalten, wie wir oben S. 13 f. gesehen haben, für die Erklärung Schwierigkeiten bereiten würde. Ich möchte daher selbst auf FAIST's Ergebnisse in dieser Hinsicht das gröſsere Gewicht legen. Die Erklärung aber lieſse sich auf folgende Weise gewinnen.

Man findet häufig, daſs bei Zungenapparaten die Hinzufügung einer höheren Octave zu einem Ton auch für Musikalische fast unmerklich bleibt. Diese Erscheinung besprach ich Tonpsych. II, 357 und bemerkte zur Erklärung unter Anderem: „Die Zunge c^1 enthält bereits den Ton c^2 als starken Oberton in sich. Tritt nun die Zunge c^2 in Thätigkeit, so verändert sich in der Gesammterscheinung nicht so viel, als wenn c^2 zum einfachen oder nur von schwachen Obertönen begleiteten c^1 hinzutritt. Und hat man vorher den Klang der Zunge c^1 als Einheit aufgefaſst, so wird diese Auffassung durch die verhältniſsmäſsig geringe Aenderung der Gesammterscheinung nicht umgestoſsen."

Wenn nun Versuchsreihen ähnlicher Art, wie sie FAIST und ich an Unmusikalischen anstellten, an Musikalischen angestellt würden, so würde in Folge des genannten Umstandes selbst da bei Octaven unter Anwendung von scharfen Zungenklängen eine

gewisse Anzahl von Einheitsurtheilen vorkommen, während Quinten und andere Intervalle von solchen ausnahmslos als zwei Töne erkannt werden. Bei Unmusikalischen aber wird nicht blos die Zahl der Einheitsurtheile bei Octaven entsprechend steigen, sondern kann sich auch noch bei Quinten ein gleicher Einflufs zeigen, da auch bei diesem Intervall der Unterschied der Gesammterscheinung zwischen einem Einzelklang und demselben Klang plus seiner Oberquinte noch merklich geringer ist für scharfe als für milde Klänge.

Auch dem Unmusikalischen bleibt, wenn er Ein und wenn er zwei Instrumente von einer bestimmten Klangfarbe hört (und er hört sowohl scharfe als milde Klänge von Anfang an) der Unterschied von Ein- und Zweiklang nicht sein Leben lang absolut verborgen. Aber die geringe Urtheilsfähigkeit, die er sich erwirbt und die in unseren Urtheilszahlen zum Ausdruck kommt, mag wohl in Folge des erwähnten Umstandes eine noch geringere sein für scharfe als für milde Farben.

So würden sich die gröfseren Zahlen der Einheitsurtheile in den Versuchsreihen am Harmonium unschwer deuten lassen.

M. Meyer hat eine Erklärung gegeben (*Zeitschr. f. Psychol.* XVII, 413 f.), worin er dasselbe Princip verwendet[1], es aber mit der Hypothese verknüpft, dafs den Zweiheitsurtheilen unsrer Unmusikalischen überhaupt niemals oder nur ausnahmsweise eine wirkliche Unterscheidung der beiden Töne zu Grunde gelegen habe. Die Aussage „zwei Töne" bedeute in ihrem Munde nicht, dafs sie zwei Töne in dem Zusammenklang unterschieden, sondern nur, dafs sie den Einen Klang auf zwei Instrumente (Tasten) bezogen hätten.

Diese Hypothese steht in keiner nothwendigen Verbindung mit der Erklärung obiger Erscheinung; und sie scheint mir in sich selbst unhaltbar. Die Unterschiede zwischen Musikalischen und Unmusikalischen sind grofs genug, aber sie sind nur gradueller Natur, und sowohl Faist als ich haben die äufsersten Grade nach der unmusikalischen Seite von unseren Versuchen ausgeschlossen. Des Näheren siehe die Discussion hierüber in der *Zeitschr. f. Psych.* XVII u. XVIII.

[1] S. 415: „Wenn wir zu einem scharfen Tone die höhere Octave in gleicher Klangfarbe hinzufügen, so ändert sich dadurch nicht viel mehr als dafs ein Theil der Obertöne verstärkt wird."

Druck von Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

Beiträge

zur

Akustik und Musikwissenschaft

herausgegeben

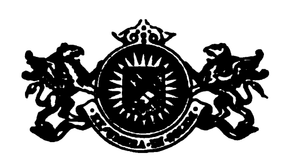
von

Dr. Carl Stumpf,

o. Professor an der Universität zu Berlin.

---

3. Heft:



Leipzig.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

1901.

Die innere Paginirung bei einigen Aufsätzen bezieht sich auf die *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, herausgegeben von Ebbinghaus und König.

Inhalt des dritten Heftes.

Beilage dieses Heftes: **Siamesische Orchesterpartitur.**

Indianergesänge.

Von

John Comfort Fillmore,

Director der Musikschule von Pomona College, Claremont, Californien.[1]

Die Indianerlieder, die hier zum ersten Male veröffentlicht werden, sind von mir niedergeschrieben, nachdem die Indianer sie mir vorgesungen. Nur Nr. 1 macht eine Ausnahme. Dieses wurde mir von Señor Arturo Bandini aus Pasadena mitgetheilt, der eine Hazienda an der mexikanischen Grenze in der Nähe der Yaqui's im Staat Sonora besitzt. Sein Bruder verweilte als Gefangener von frühester Kindheit bis zum Alter von 35 Jahren unter den Yaqui's. Ich zweifle nicht, dafs dieses Lied eben so authentisch ist, als wenn ich es selbst von den Yaqui's gehört hätte.

Wie viele andere unter den Indianerliedern, die ich gesammelt habe, besteht dieses erste ausschliefslich aus Accordtönen und zwar denen des *G*-Moll-Dreiklanges. Nur am Schlufs kommt ein *A*, den Dominantaccord vertretend, vor. Dagegen hat es eine Eigenthümlichkeit, die ich früher bei keinem Indianerlied gefunden: dafs bei der Wiederholung eine zweite Stimme dazu von den Frauen gesungen wird. Diese zweite Stimme besteht freilich nur aus einem einzigen lang ausgehaltenen Ton, hebt aber den harmonischen Charakter der Melodie mit besonderem

---

[1] Der Verfasser ist leider seit der Einsendung dieses Beitrages verstorben. Ich hatte ihn gebeten, denselben als Beispiel für seine im 1. Heft S. 63 f. erwähnten Studien, die zumeist in amerikanischen Musikzeitschriften erschienen und den meisten deutschen Lesern unzugänglich sind, hier zu veröffentlichen. Allerdings kann ich mich auch jetzt noch nicht überzeugen, dafs die Experimente mit den Indianern ganz einwandfrei wären. —

Inzwischen ist uns auch von dem ausgezeichneten Ethnologen F. Boas ein neues Werk geschenkt, das viele Indianermelodien enthält: The social organisation and the secret societies of the Kwakiutl Indians. *Report of the U. S. National Museum.* 1897. S. 311—737. C. Stumpf.

Nachdruck hervor, da dieser Ton die Oberquinte der Tonica und der Grundton des Dominant-Dreiklanges ist.

Auch bei den Liedern der Coahuilla's, die ich im August 1897 in deren Heimat im San-Jacinto-Gebirge gesammelt habe, ist der harmonisch-diatonische Bau nicht zu verkennen. Nr. 2 ist pentatonisch. Nr. 3 hat nur zwei Töne, die Tonica und ihre kleine Unterterz. In den Gebirgen hatte ich natürlich kein Instrument; aber kürzlich hatte ich Gelegenheit, alle diese Lieder einem jungen Coahuilla (der, beiläufig gesagt, Englisch spricht, so dafs ich keinen Dolmetsch nöthig hatte) auf dem Clavier vorzuspielen. Ich spielte sie zuerst ohne Accorde, dann mit den natürlichen sehr leicht zu erkennenden Harmonien. Der junge Indianer hat sie immer harmonisirt vorgezogen, wie dies auch sonst meinen Erfahrungen entspricht. Nr. 3 harmonisirte ich mit dem Tonica- und dem Subdominant-Accord.

Nr. 4 ist wieder pentatonisch. Nr. 5 läfst sich leicht mit Tonica-, Subdominant- und Dominant-Accord harmonisiren. Die Cadenz ist plagalisch. Nr. 6 beginnt mit dem *C*-Moll-Accord, steht aber deutlich in der *B*-Dur-Tonart. Nr. 7 steht in *G*-Dur und läfst sich leicht mit den obigen drei Accorden harmonisiren. Nr. 8 und 9 in *G*-Moll. Nr. 10 und 11 wieder pentatonisch. Nr. 12, das ich Indianern vielmals vorgespielt habe, ist unleugbar harmonisch empfunden, aus lauter Accordtönen bestehend.

Ich möchte noch erwähnen, dafs ich früher Hunderte von Indianerliedern niedergeschrieben und aber Hunderte kenne, die von Anderen phonographirt wurden: sie haben alle ohne Ausnahme denselben harmonisch-diatonischen Zug. Auch habe ich Hunderte mit und ohne Harmonien verschiedenen Indianern vorgespielt und jedesmal mit demselben Resultat: dafs sie ihre Lieder harmonisirt vorziehen und dafs sie stets dieselben Accorde als natürlich und befriedigend anerkennen, die meinem musikalischen Gefühl passend erschienen.

Es ist wohl wahr, dafs die Indianer oft mit unreiner Intonation singen. Aber dies findet sich nicht blos bei Indianern und anderen Naturvölkern. Aufserdem habe ich beobachtet, dafs ein Indianer, wenn er mit anderen zusammen singt, besser singt als wenn allein. Auch wenn sie mit Begleitung des Claviers und speciell mit harmonischer Begleitung singen, intoniren sie reiner, erklären die vorher unreinen Intervalle nun für richtig und finden grofses Vergnügen daran.
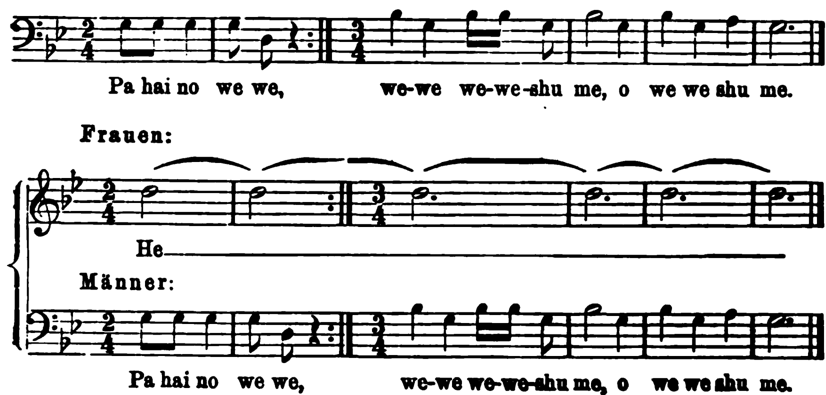
Wenn wir zur Musik von Völkern wie Chinesen, Japanern, Indern übergehen, handelt es sich nicht mehr um primitive Musik, auch nicht bei ihren Volksgesängen, da sie ein ausgearbeitetes Musiksystem besitzen. Sobald Instrumente erfunden sind, beginnt die Verdrehung (sophistication) des natürlichen musikalischen Sinnes. Unvollkommen gebaute Instrumente leiten das Ohr auf falsche Bahnen, und Instrumente, die nach irgendeiner akustischen Theorie statt nach den natürlichen Intervallen gebaut sind, tyrannisiren die musikalische Auffassung. So wird z. B. die pythagoreische Terz, die man durch reine Quinten auf Instrumenten herstellt, bewirken, dafs ein Theil der Sänger die Terz falsch intonirt oder aber dafs man dieses Intervall als Dissonanz vermeidet. Immerhin habe ich in den chinesischen Quartieren von Los Angelos und San Francisco Melodien gehört, die so correct innerhalb einer fünfstufigen Leiter gespielt wurden, wie man sie nur immer von einer schottischen Sackpfeife hören kann; und ich kann nicht zweifeln, dafs die nämlichen grundlegenden Principien das nämliche Ergebnifs bei allen diesen verschiedenen Rassen erzeugt haben.

Kurz, ich bin tief überzeugt, dafs die Erfassung der harmonischen Beziehungen das gestaltende Princip in aller Volksmusik der Welt ist. Sicherlich kann es keine Musik geben ohne Erfassung irgendwelcher Beziehungen zwischen den Tönen, und eben so sicher sind die harmonischen Beziehungen diejenigen, die in der Volksmusik vorwiegen.
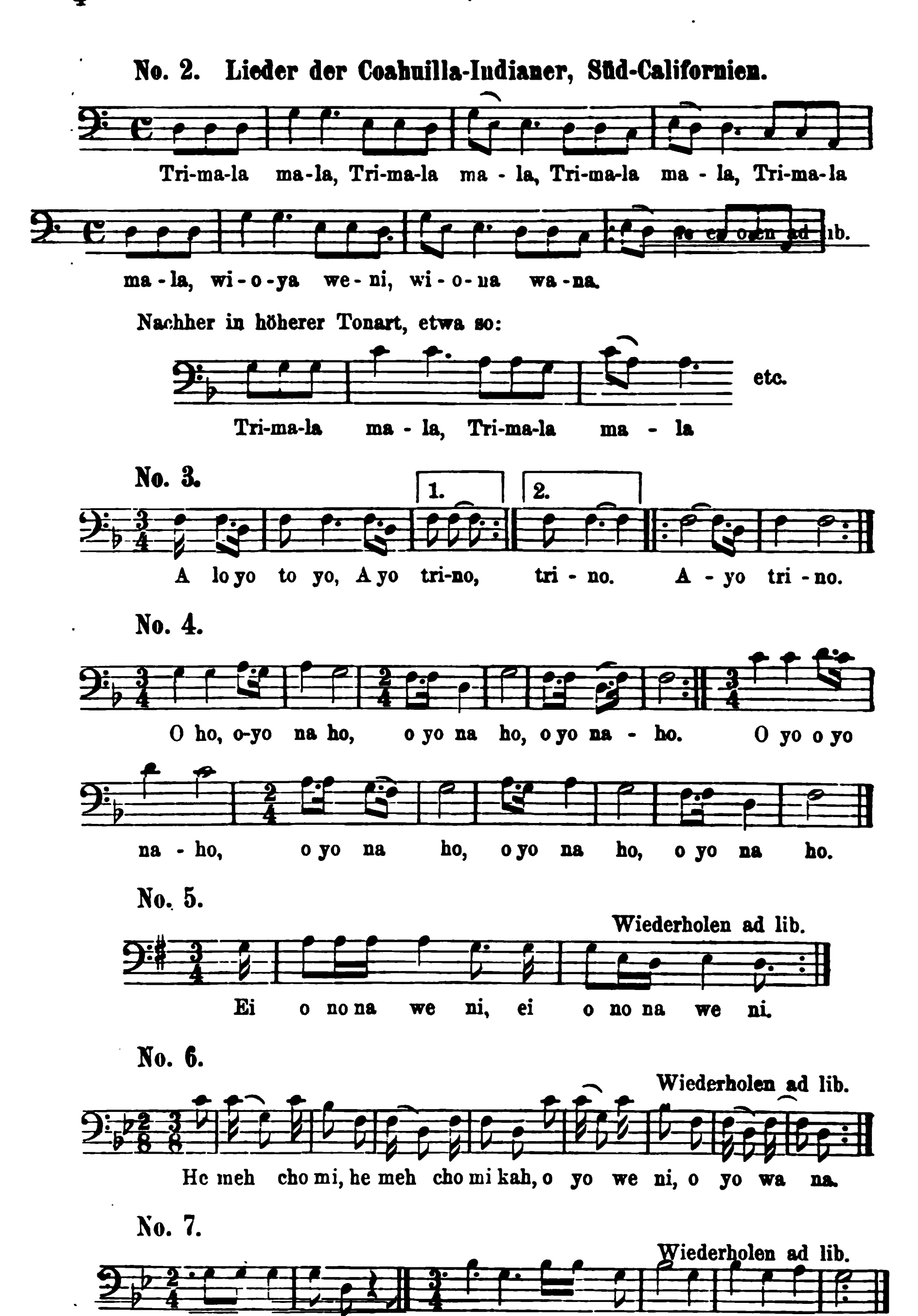
No. 1. Sehr altes religiöses Lied der Yaquis, Mexico.[1]
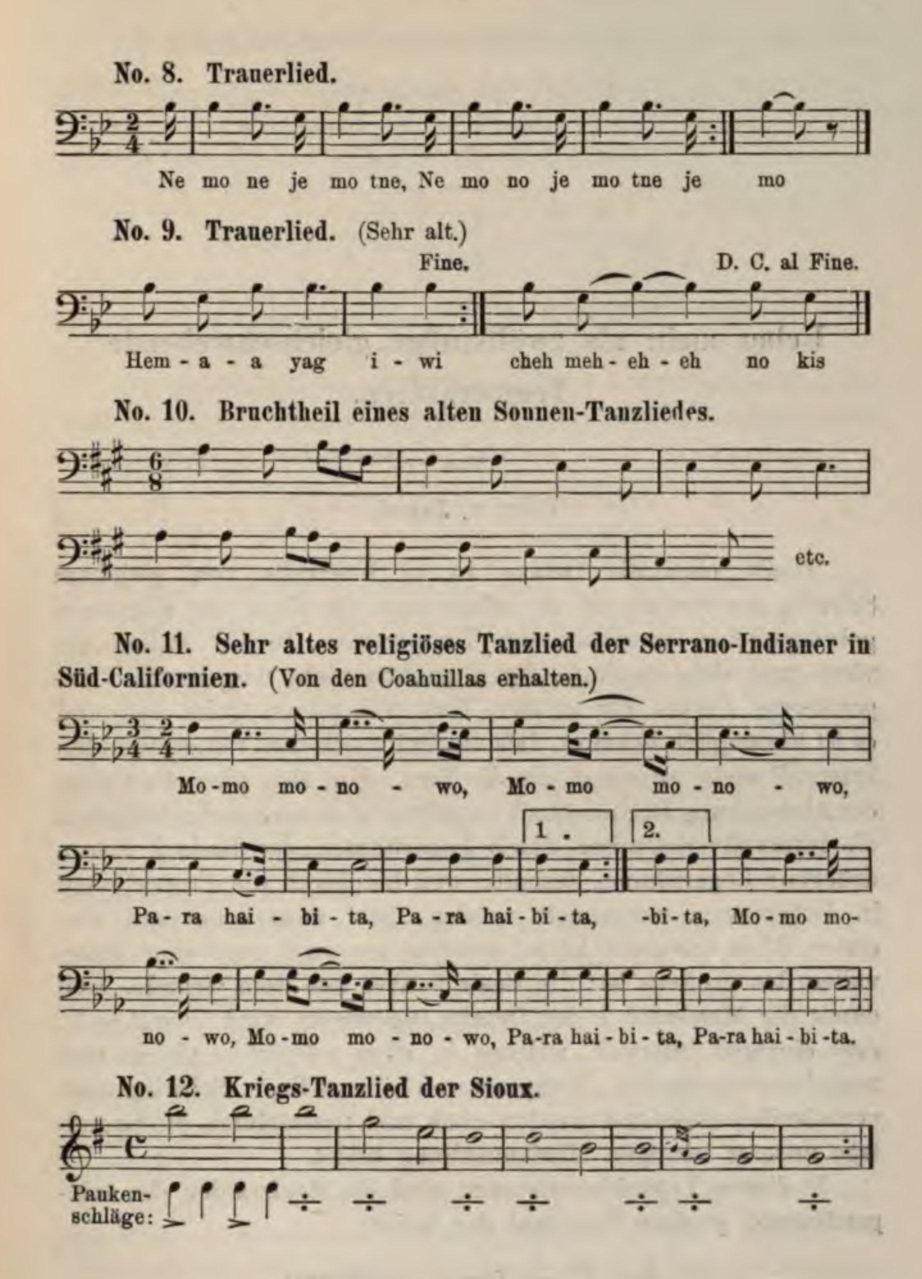
Männer:





[1] Die Texte sind englisch auszusprechen. Uebersetzung ist nicht beigefügt. St.


No. 2. Lieder der Coahuilla-Indianer, Süd-Californien.
Tri-ma-la ma-la, Tri-ma-la ma - la, Tri-ma-la ma - la, Tri-ma-la
ma - la, wi - o - ya we - ni, wi - o - na wa - na.
Nachher in höherer Tonart, etwa so:
Tri-ma-la ma - la, Tri-ma-la ma - la
etc.
No. 3.
1.
2.
A lo yo to yo, A yo tri-no, tri - no. A - yo tri - no.
No. 4.
O ho, o-yo na ho, o yo na ho, o yo na - ho. O yo o yo
na - ho, o yo na ho, o yo na ho, o yo na ho.
No. 5.
Wiederholen ad lib.
Ei o no na we ni, ei o no na we ni.
No. 6.
Wiederholen ad lib.
He meh cho mi, he meh cho mi kah, o yo we ni, o yo wa na.
No. 7.
Wiederholen ad lib.
A - ha na ho me no ki no, A - ha na ho me no ki no.


No. 8. Trauerlied.
Ne mo ne je mo tne, Ne mo no je mo tne je mo
No. 9. Trauerlied. (Sehr alt.)
Fine.
D. C. al Fine.
Hem - a - a yag i - wi cheh meh - eh - eh no kis
No. 10. Bruchtheil eines alten Sonnen-Tanzliedes.
etc.
No. 11. Sehr altes religiöses Tanzlied der Serrano-Indianer in Süd-Californien. (Von den Coahuillas erhalten.)
Mo-mo mo - no - wo, Mo - mo mo - no - wo,
1.
2.
Pa - ra hai - bi - ta, Pa - ra hai - bi - ta, -bi - ta, Mo - mo mo-
no - wo, Mo - mo mo - no - wo, Pa-ra hai - bi - ta, Pa-ra hai - bi - ta.
No. 12. Kriegs-Tanzlied der Sioux.
Pauken-schläge:

Ueber mehr als zwölfstufige gleichschwebende Temperaturen.

Von

Paul v. Jankó.

Theilt man die Octave in 12 Intervalle von gleichem Schwingungsverhältnifs, so erhält man die Töne der allgemein gebräuchlichen musikalischen Temperatur. In ihr stellen die vierte und siebente Stufe (den Grundton nicht mitgerechnet) angenäherte Werthe der grofsen Terz und reinen Quint dar, und es ist hinlänglich bekannt, dafs die Quint sich dem reingestimmten Intervall mehr annähert, als die Terz. Um sich über die Gröfse der Abweichung Rechenschaft zu geben, ist es am zweckmäfsigsten, die Intervallverhältnisse durch Logarithmen der Basis 2 auszudrücken; Logarithmen deshalb, weil hierdurch die Proportionen in Differenzen verwandelt werden, und man somit auf den ersten Blick erkennen kann, welches von zwei gegebenen Intervallen das gröfsere ist; die Basis 2 aber aus dem Grunde, weil damit die Maafszahl 1 der Octave zugewiesen wird (${}^2\log 2 = 1$), dem einzigen Intervall, welches in allen möglichen gleich- und ungleichschwebenden Temperaturen im selben Schwingungsverhältnifs beibehalten werden mufs und thatsächlich die Grundlage unserer heutigen Musikausübung bildet.

In diesem Logarithmensystem sind die Maafszahlen der reingestimmten grofsen Terz und der Quint:

$${}^2\log \frac{5}{4} = \text{Terz} = 0{,}3219281$$

$${}^2\log \frac{3}{2} = \text{Quint} = 0{,}5849625$$

Die Maaſszahlen der zwölfstufig temperirten Terz und Quint findet man durch Verwandlung der Brüche $\frac{4}{12}$ (4. Ton der 12 Stufen) und $\frac{7}{12}$ in Decimalbrüche und erhält:

$$\text{temp. Terz} = \frac{4}{12} = 0{,}3333333$$

$$\text{temp. Quint} = \frac{7}{12} = 0{,}5833333$$

Die Abweichungen dieser Intervalle von den reingestimmten sind durch die Differenzen der entsprechenden Decimalbrüche gekennzeichnet und betragen

für die Terz + 0,0114052
„ „ Quint — 0,0016292

wobei das Zeichen + bedeutet, daſs das betreffende Intervall im temperirten System zu hoch, das Zeichen —, daſs es zu tief ist.

Die Quint ist also um 0,0016 Octave oder um 0,0016 × 12 = 0,019 d. i. beiläufig $^1/_{50}$ eines Halbtons unserer gebräuchlichen zwölfstufigen Temperatur zu tief, ein Intervall, welches unserem Gehör noch nicht entgeht, wie die Clavierstimmer zu erfahren Gelegenheit haben. Die Terz ist um 0,011 Octave oder 0,011 × 12 = 0,132 d. i. beiläufig um $^1/_8$ Halbton zu hoch, also etwa 7 mal schlechter als die Quint.

Die Unreinheit der Terzen hat zu verschiedenen Vorschlägen geführt, die Octave in eine andere Anzahl als 12 gleiche Intervalle zu theilen. In der Praxis haben sich diese nicht einbürgern können; auch theoretisch scheinen mir diejenigen nur ein untergeordnetes Interesse zu bieten, welche zwar bessere Terzen, dagegen aber schlechtere Quinten geben, so die in H. RIEMANN's Musiklexicon [3] S. 985 aufgezählten 19-, 22-, 28- und 31 stufigen.

Viel gröſsere Annäherung beider Intervalle, als es bei 12 Stufen der Fall ist, bietet eine 53 stufige gleichschwebende Temperatur, nach welcher das in HELMHOLTZ' Lehre von den Tonempfindungen beschriebene Harmonium von BOSANQUET gebaut worden ist. Diese Temperatur ist nach RIEMANN's angeführtem Werk S. 986 zuerst von MERCATOR anfangs des 18. Jahrhunderts vorgeschlagen

worden und giebt für die Terz (17. Stufe) und Quint (31. Stufe) die Werthe:

$$\text{Terz} = \frac{17}{53} = 0{,}3207547$$

$$\text{Quint} = \frac{31}{53} = 0{,}5849057$$

Die Abweichungen von den reingestimmten Intervallen sind:

für die Terz: — 0,0011734
„ „ Quint: — 0,0000568

Es ist also die Abweichung der Terz ungefähr 10 mal geringer als bei der 12 stufigen Temperatur, und die Quint nähert sich der reingestimmten derart, daſs ihre Abweichung unserem Gehör direct entgeht und nur mittels Schwebungen nachgewiesen werden kann.

Mit der Uebereinstimmung der groſsen Terz und der reinen Quint ist aber auch die Reinheit aller in unserer Musikausübung vorkommenden Intervalle gegeben, nachdem wir alle Accorde aus Octaven, groſsen oder kleinen Terzen und reinen Quinten aufbauen und die kleine Terz durch die Differenz zwischen Quint und groſser Terz gegeben ist. Man kann also ohne merklichen Fehler die 53 stufig gleichschwebende Temperatur an Stelle ganz rein gestimmter Intervalle setzen.

Theoretisch interessant schienen mir nun die Fragen:

1. Ob zwischen 12 und 53 sich thatsächlich keine Stufenzahl findet, deren Annäherungen Zwischenwerthe der genannten darstellen, und

2. Welche auf 53 zunächst folgende Theilung es wäre, die noch gröſsere Annäherungen gäbe, als diese.

Würde es sich darum handeln, die Näherungswerthe blos eines Intervalles zu finden, so wären diese Aufgaben durch Kettenbrüche leicht zu lösen. Auf diesem Wege würde man die Näherungswerthe finden:

$$\text{für die Terz:} \quad \frac{1}{3}, \frac{9}{28}, \frac{19}{59}, \frac{47}{146}, \frac{207}{643} \quad \text{u. s. w.}$$

$$\text{für die Quint:} \quad \frac{4}{12}, \frac{24}{41}, \frac{31}{53}, \frac{179}{306}, \frac{389}{665} \quad \text{u. s. w.}$$

Die Nenner dieser Brüche stimmen nicht mit einander überein, mit Ausnahme der ersten, bei welchen $\frac{1}{3}$ auf den Nenner 12 gebracht werden kann, — somit müſste man, um die günstigsten Annäherungen zu erhalten, für die Terzen andere Theilungen der Octave vornehmen als für die Quinten. Auf diesem Wege sind also die relativ besten Compromiſstheilungen nicht auffindbar.

Ein empirischer, d. h. auf systematisches Probiren gebauter Weg zur Lösung der vorgelegten Fragen ergiebt sich aus folgender Ueberlegung:

Die Maaſszahl irgend welcher Anzahl von Octaven ist eine ganze Zahl, weil die Maaſszahl der Octave $= 1$ ist. Bezeichnet man mit $q = 0{,}5849625$ die Maaſszahl der reingestimmten Quint und bildet die Vielfachen $s \times q$, wobei s nacheinander die Werthe 1, 2, 3 . . . 12, 13, 14 . . . 53, 54 . . . u. s. w. annehmen soll, so wird das Product $s\,q$ jedes Mal einer ganzen Zahl nahekommen, wenn s Quinten nahezu eine ganze Anzahl Octaven geben, d. h. eine s-stufige Temperatur Quinten giebt, die sich den reingestimmten nähern. Je mehr sich $s \times q$ einer ganzen Zahl nähert, um so bessere Quinten giebt das betreffende System. Damit aber die Quinten überhaupt besser werden als die einer bereits bekannten Temperatur von der Stufenzahl σ, muſs die Abweichung des Productes $s \times q$ von einer ganzen Zahl unterhalb einer gewissen Grenze liegen.

Bezeichnet man mit a_σ die Abweichung von $\sigma \times q$ von einer ganzen Zahl, so wird offenbar ohne Vortheil oder Nachtheil die Abweichung $2\,a_\sigma$, $3\,a_\sigma$, $4\,a_\sigma$ u. s. w. betragen können, wenn die Temperatur eine 2σ-, 3σ-, 4σ-stufige werden soll; mithin ist die Grenze, unterhalb welcher die Abweichung a_s irgend einer Stufenzahl liegen muſs:

$$a_s = a_\sigma \times \frac{s}{\sigma},$$

wenn a_σ die Abweichung bezeichnet, die einer bekannten Stufenzahl σ entspricht.

Die Vielfachen der Quint sind daher nur dann näher zu untersuchen, wenn sie von ganzen Zahlen um einen geringeren Betrag, als dieser ist, abweichen. Auf diese Art findet man, daſs

eine 24-, 36-, 48-stufige Temperatur keine besseren Quinten giebt, als die 12-stufige. Zwischen 12 und 53 Stufen finden sich blos die beiden Stufenzahlen 29 und 41, welche bessere Quinten als 12 geben.

Die betreffenden Vielfachen der reinen Quint sind:

$$29\,q = 16{,}9639125$$
$$41\,q = 23{,}9834625$$

Es kommt also im 29-stufigen System die 17. Stufe, im 41-stufigen die 24. der reingestimmten Quint am nächsten.

Die Maafszahlen dieser Töne sind:

$$\frac{17}{29} = 0{,}5862069$$

$$\frac{24}{41} = 0{,}5853659,$$

und ihre Abweichung von der reingestimmten Quint 0,5849625 beträgt:

$$+\ 0{,}0012444$$
$$+\ 0{,}0004034$$

Vergleicht man diese Abweichungen von jener der 12-stufigen Temperatur (— 0,0016292) so sieht man, dafs die Quint der 29-stufigen Temperatur wenig besser, dagegen die der 41-stufigen beiläufig 4 mal besser ist als bei 12 Stufen.

Um die entsprechenden Abweichungen für die Terz zu bestimmen, sind die Producte $s \times t$ zu bilden, für $s = 29$ und 41, wobei wie schon erwähnt $t = 0{,}3219281$. Dies giebt

$$29\,t = 9{,}3359149$$
$$41\,t = 13{,}1990521,$$

somit müfsten wir im 29-stufigen System die 9. Stufe, im 41-stufigen die 13. als Terz annehmen.

Die Maafszahlen dieser Intervalle und ihre Abweichungen von der reingestimmten Terz sind:

$$\frac{9}{29} = 0{,}3103448 \qquad +\ 0{,}0115833$$

$$\frac{13}{41} = 0{,}3170732 \qquad —\ 0{,}0048549$$

Dies verglichen mit der Abweichung + 0,0114052 der 12-stufigen

Temperatur ergiebt, dafs die Terzen der 29-stufigen schlechter sind, die der 41-stufigen dagegen besser, und zwar stehen sie der reingestimmten Terz $\frac{0,0114}{0,0048}$-fach, d. i. mehr als 2-fach näher.

Wir haben somit in der 41-stufig gleichschwebenden Temperatur eine Theilung gefunden, welche bessere Quinten und Terzen giebt als die 12-stufige, und zwar sind ihre Quinten 4 mal, ihre Terzen über 2 mal besser, womit die erste der oben gestellten Fragen ihre Beantwortung gefunden hat. Diese Thatsache scheint Jenen, die sich mit mehrstufigen Temperaturen befafst haben, bis jetzt entgangen zu sein; ich fand sie wenigstens in der Literatur nicht erwähnt; auch Riemann's angeführtes Werk spricht nur von Vorschlägen über 19-, 22-, 28-, und 31-stufige Temperaturen, die aber alle schlechtere Quinten geben als die 12-stufige.

Ob die 41-stufige Temperatur mit ihren Terzen, die von den reingestimmten um 0,0048 Octave d. h. ca. $^1/_{20}$ eines 12-stufigen Halbtons oder etwa $^1/_4$ eines syntonischen Kommas (0,0179) abweichen, geeignet wäre, jene Instrumente zu ersetzen, die mit Hülfe von 53 Stufen dazu dienen, die reingestimmten Intervalle zu Gehör zu bringen, vermag ich ohne einschlägige praktische Versuche nicht zu entscheiden; sollte dies der Fall sein, so würde diese Stufenzahl die Ersparnifs von 12 Tönen in der Octave bedeuten.

Auf dem oben dargelegten Wege ist auch die Frage zu lösen, welches die auf 53 folgende Anzahl von Stufen ist, deren Quinten und Terzen sich den reingestimmten noch mehr annähern. Ich nehme davon Abstand, hier den Gang der Rechnung ausführlicher darzulegen, nachdem derselbe ja aus dem Vorhergehenden erhellt, und theile nur die Resultate mit, die ich bei der Fortführung der Rechnung bis 612 Stufen erhielt. In folgender Tabelle sind sämmtliche Theilungen angeführt, von denen jede folgende eine bessere Annäherung sowohl der Quint als auch der Terz giebt, als alle vorhergehenden, wobei zu bemerken ist, dafs zwischen zwei aufeinanderfolgenden Theilungen keine möglich ist, die beide Intervalle besser geben würde, als die erste der beiden.

Stufenzahl	Stufennummer für die Quint	Abweichung von der reingestimmten Quint	Stufennummer für die Terz	Abweichung von der reingestimmten Terz
12	7	— 0,0016292	4	+ 0,0114052
41	24	+ 0,0004034	13	— 0,0048549
53	31	— 0,0000568	17	— 0,0011734
347	203	+ 0,0000519	112	+ 0,0008385
400	234	+ 0,0000375	129	+ 0,0005719
453	265	+ 0,0000265	146	+ 0,0003677
506	296	+ 0,0000177	163	+ 0,0002063
559	327	+ 0,0000107	180	+ 0,0000755
612	358	+ 0,0000048	197	— 0,0000327

Man sieht aus dieser Tabelle, dafs die auf 53 Stufen nächstfolgende Temperatur die 347-stufige ist, und dafs die 53-stufige Temperatur thatsächlich eine hervorragende Stelle in der Reihe einnimmt; denn ihre Annäherungen sind derartig grofs, dafs man erst bei 347 Stufen bessere Quinten und Terzen erhalten würde, und dafs man mit dieser grofsen Stufenzahl den reingestimmten Intervallen auch nur unwesentlich näher käme.

Ueber die maximale Geschwindigkeit von Tonfolgen.

Von

OTTO ABRAHAM und KARL L. SCHAEFER.

In ihrer Untersuchung über die „Wahrnehmung kürzester Töne und Geräusche“[1] haben O. ABRAHAM und L. J. BRÜHL nachgewiesen, dafs von C_1 bis g^4 nur zwei Schwingungen zur Erkennung der Höhe eines Tones nothwendig sind. Die Dauer dieser zwei Schwingungen, also die Dauerschwelle des Tones, nimmt mit zunehmender Schwingungszahl von C_1 bis g^4 continuirlich ab, was a. a. O. durch eine Curve graphisch veranschaulicht ist. Die folgende Tabelle I stellt die nämlichen Verhältnisse zahlenmäfsig dar, indem sie die Dauerschwelle der Töne *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *A*, *H* in den verschiedenen Octaven in Tausendstel-Secunden (σ) angiebt.

Tabelle I.

	Contra-Octave	Grofse Octave	Kleine Octave	Eingestr. Octave	Zweigestr. Octave	Dreigestr. Octave	Viergestr. Octave
C	60,6	30,3	15,2	7,6	3,8	1.9	0,95
D	53,9	26,9	13.5	6,7	3,4	1,7	0,84
E	48,4	24,2	12,1	6,1	3,0	1,5	0,76
F	45,5	22,7	11.4	5,7	2,8	1,4	0,71
G	40,4	20,2	10,1	5,1	2,5	1,3	0.63
A	36,3	18,2	9,1	4,5	2,3	1,1	—
H	32,3	16,2	8,1	4,0	2,0	1,0	—

Hieran knüpft sich nun die weitere Frage, ob die Verschiedenheit der Dauerschwellenwerthe einen Einflufs auf die

[1] *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 18, 177—217.

maximale Geschwindigkeit von Tonfolgen in verschiedenen Höhenlagen ausübt. Diese Frage ist nicht nur für den Physiologen interessant, sondern dürfte es auch für den Musiker sein, wenn sie in die Form gekleidet wird: Wie rasch kann man in den verschiedenen Octaven trillern, beziehungsweise tremuliren, ohne daſs die Töne zu einem Accorde verschmelzen, und wie rasch darf höchstens eine musikalische Figur gespielt werden? Wir wollen im Folgenden beides nach einander behandeln.

I. Die maximale Geschwindigkeit des Trillers und Tremolos.

Was zunächst die Versuchsanordnung anlangt, so wurden die Töne durch Anblasen einer Sirenenscheibe erzeugt, also einer Kreisscheibe, auf der mehrere concentrische Löcherkreise ausgestanzt waren. Für die höheren Octaven benutzten wir die von Abraham zu seinen Versuchen über kürzeste Töne verwendete und l. c. beschriebene Aluminiumscheibe, für die tieferen eine nach demselben Princip aus Holz gefertigte, deren Löcher einen etwas gröſseren Durchmesser (5 mm) hatten. Das Anblasen geschah mittels zweier kleiner Röhren, deren Lichtung genau gleich der Gröſse der Löcher war. Den Wind lieferte theils ein Compressionsapparat, theils wurde mit dem Munde angeblasen. Die Rotation der Scheibe besorgte entweder ein sehr gleichmäſsig laufender Motor, oder einer von uns, der sich besonders darauf eingeübt hatte, mit der Hand. Uebrigens kam es bei diesen Versuchen insofern nicht auf eine durchaus constante Umdrehungsgeschwindigkeit an, als Abraham mit Hülfe seines erprobten absoluten Gehörs in jedem Augenblicke die gerade vorhandene Tonhöhe angeben und die etwa vorkommenden kleinen Schwankungen in Berechnung ziehen konnte. Das Intervall der im Triller oder Tremolo alternirenden Töne ist ohnehin unabhängig von der Schnelligkeit der Drehung. Wenn der eine Kreis z. B. 8 *n*, der andere 9 *n* Löcher hatte, so muſste das Intervall stets eine Secunde bleiben, wie hoch die Töne und wie rasch ihre Aufeinanderfolge auch sein mochten. Durch Combination des Kreises von 8 *n* Löchern mit einem anderen von 10 *n* Löchern erhielten wir Töne, die im Verhältniſs der groſsen Terz zu einander standen, und ebenso konnten wir auch Quarten- und Quinten-Tremoli herstellen. Das alternirende Anblasen der Löcherreihen durfte nicht etwa so ausgeführt werden, daſs der

Wind immer erst durch die eine und dann durch die andere Röhre gegen die Scheibe getrieben wurde. Wir liefsen vielmehr den Doppelluftstrom continuirlich wirken und verklebten oder verstopften dafür abwechselnd gleiche Strecken der beiden Löcherkreise. So war zuweilen die erste Hälfte des einen Kreises und die zweite Hälfte des zweiten mit dickem Papier überzogen. In anderen Fällen wurden der erste und dritte Quadrant des einen Kreises und der zweite und vierte des anderen mit Korkstöpseln abgedichtet. Ob die Kreise in Halbkreise, Quadranten, Sextanten oder Octanten getheilt wurden, richtete sich darnach, ob wir höhere oder tiefere Töne erzielen wollten. Wir haben im Allgemeinen, um Beeinflussungen zu verhüten, beliebig zwischen höheren und tieferen Tonlagen gewechselt.

War die Sirene in der angegebenen Weise vorgerichtet, so begann der Versuch. Wir drehten zunächst die Scheibe ganz langsam und bekamen so tiefe, noch deutlich getrennt zu hörende Töne. Dann ward die Geschwindigkeit allmählich gesteigert, so dafs die Töne immer höher und kürzer wurden, bis wir an eine ziemlich scharf bestimmbare Grenze gelangten, bei der dieselben nur eben noch einzeln wahrgenommen werden konnten beziehungsweise eben anfingen, mit einander zu verschmelzen. Jenseits dieses Momentes, der vielleicht als Trillerschwelle zu bezeichnen wäre, bildeten dann die beiden Töne einen unterbrochenen Accord, der mit weiterer Beschleunigung der Rotation mehr und mehr an Glätte zunahm. Wir stellten hierauf die Beobachtung auch auf dem umgekehrten Wege an, indem wir vom Accord ausgehend den Punkt der eben merklich werdenden Trennung der Töne aufsuchten, was sich im Allgemeinen als die zweckmäfsigere Methode erwies. Jedenfalls wurden stets beide Arten des Experimentes so oft wiederholt, bis wir zu einem klaren Urtheil über die Trillerschwelle und die ihr entsprechende Höhe der Töne gekommen waren. Alsdann genügte eine einfache Rechnung, um die zugehörige Dauer (d) der Töne zu finden. War nämlich s die Schwingungszahl eines derselben und n die Löcherzahl des zugehörigen Kreissectors, so mufste $d = \frac{n}{s}$ Secunden sein. Die Schwingungszahlen wurden für $a^1 = 440$ genommen.

Die Resultate unserer Versuche, die sich von der Contra-Octave bis zur viergestrichenen erstreckten, sind, nach zunehmender Höhe des tieferen Tones geordnet, in der nach-

stehenden Tabelle II zusammengestellt, die wohl keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Tabelle II.

		σ
G_1 *D*	Quinte	41,66
A_1 *E*	„	38,46
B_1 *F*	„	35,71
D F	Kl. Terz	41,66
D F	„	41,66
E G	„	38,46
G c	Quarte	40,00
A d	„	37,04
B des	Kl. Terz	41,66
B des	„	41,66
B f	Quinte	35,71
B f	„	35,71
c g	„	32,26
cis e	Kl. Terz	36,36
dis fis	„	32,26
dis fis	„	32,26
e g	„	37,74
f as	„	35,71
f c^1	Quinte	35,71
g d^1	„	31,75
a h	Gr. Secunde	31,85
a e^1	Quinte	28,57
b c^1	Gr. Secunde	28,41
des^1 f^1	Gr. Terz	32,26
des^1 f^1	„	32,26
d^1 *fis*^{1}	„	31,75
es^1 *ges*^{1}	Kl. Terz	29,86
es^1 g^1	Gr. Terz	29,86
f^1 *fis*^{1}	Kl. Secunde	31,25
f^1 g^1	Gr. Secunde	28,57
f^1 g^1	„	28,57
ges^1 *des*^{2}	Quinte	32,79
g^1 d^2	„	31,75
g^1 d^2	„	31,75
g^1 d^2	Quinte	31,75
h^1 d^2	Kl. Terz	34,47
d^2 *dis*^{2}	Kl. Secunde	35,35
d^2 *dis*^{2}	„	35,35
d^2 f^2	Kl. Terz	32,26
d^2 f^2	„	32,26
dis^2 *fis*^{2}	„	30,77
dis^2 *fis*^{2}	„	30,77
e^2 *fis*^{2}	Gr. Secunde	31,85
f^2 c^3	Quinte	35,09
fis^2 *cis*^{3}	„	33,33
fis^2 *cis*^{3}	„	33,33
g^2 c^3	Quarte	35,09
g^2 d^3	Quinte	31,75
c^3 *es*^{3}	Kl. Terz	35,71
c^3 *es*^{3}	„	35,71
cis^3 e^3	„	34,47
cis^3 e^3	„	34,47
d^3 e^3	Gr. Secunde	34,13
d^3 f^3	Kl. Terz	32,26
d^3 f^3	„	32,26
d^3 f^3	„	32,26
dis^3 *fis*^{3}	„	30,30
dis^3 *fis*^{3}	„	30,30
es^3 f^3	Gr. Secunde	32,26
a^3 d^4	Quarte	42,73
h^3 e^4	„	37,04
c^4 d^4	Gr. Secunde	42,73
des^4 *es*^{4}	„	40,00
des^4 *es*^{4}	„	40,00
d^4 e^4	„	38,46
es^4 f^4	„	35,71
es^4 f^4	„	35,71

Wie man sieht, kann abgesehen von den Grenzlagen, in denen die zur Erzielung der Trillerschwelle nöthige Zeit ein wenig gröfser ist, in allen Octaven ungefähr gleich schnell getrillert oder tremulirt werden, und macht dabei das Intervall der Töne keinen nennenswerthen Unterschied. Hervorgehoben zu werden verdient der Umstand, dafs in der hohen Region die Dauerschwelle im Triller so sehr viel länger ist, als die zur Perception eines einzigen Tones erforderliche. Eine Vergleichung der Tabellen I und II zeigt, dafs beide Werthe sich immer mehr einander nähern, je tiefer man in der Tonreihe hinabsteigt, und schliefslich zusammenfallen.

II. Die maximale Geschwindigkeit musikalischer Figuren.

Diesen Gegenstand, der den schwierigeren Theil unserer Arbeit bildete, untersuchten wir gemeinschaftlich mit Herrn Professor Oskar Raif von der Königlichen Hochschule für Musik, welcher gleich Abraham unter gewöhnlichen Umständen ein sicheres absolutes Tonbewufstsein besitzt und mit dankenswerthester Liebenswürdigkeit uns seine werthvolle Hülfe zu Theil werden liefs. Der Versuchsmodus blieb derselbe wie bisher, nur dafs eben die Anzahl der auf einander folgenden Töne vermehrt wurde und jetzt aufser auf ihre absolute Höhe auch noch auf ihre Reihenfolge geachtet werden mufste. Wir haben im Ganzen fünf Versuche angestellt. In den vier ersten bestand die Figur aus vier Tönen, im letzten aus fünf. Bei grofser Geschwindigkeit des Scheibenumlaufs hörte man nur, dafs es sich um eine Mehrheit von nicht völlig gleichzeitigen Tönen handle. Die Beobachter konnten daher die absoluten Tonhöhen gröfstentheils richtig erkennen (insbesondere die des höchsten und die des tiefsten der Töne), aber nichts oder wenigstens nichts Sicheres über die Reihenfolge aussagen. Dieselbe wurde erst bei einer durchschnittlichen Dauer jedes einzelnen Tones von $^1/_{10}$ Sec. oder 100 σ erkannt.

Eine Wiedergabe der fünf Versuchsprotokolle wird diese Verhältnisse am besten illustriren.

1. Versuch.

Die Intervallfolge war:



Es urtheilte:

Raif	Abraham	bei einer Dauer des einzelnen Tones von
		0,042 Secunde
		0,055 „
		0,075 „
		0,111 „

2. Versuch.

Die Intervallfolge war:

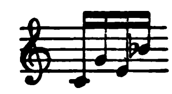


Es urtheilte:

Raif	Abraham	bei einer Dauer des einzelnen Tones von
		0,037 Secunde
		0,059 „
		0,091 „

3. Versuch.

Die Intervallfolge war:



Es urtheilte:

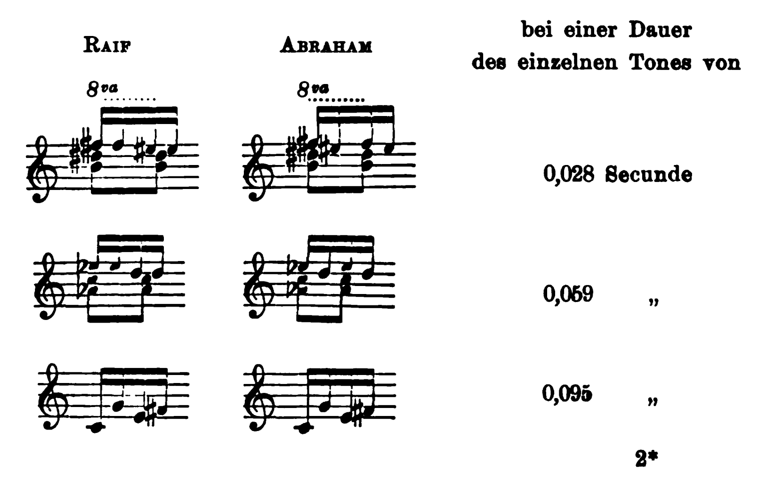
RAIF	ABRAHAM	bei einer Dauer des einzelnen Tones von
		0,055 Secunde
		0,076 „
		0,111 „

4. Versuch.

Die Intervallfolge war:



Es urtheilte:

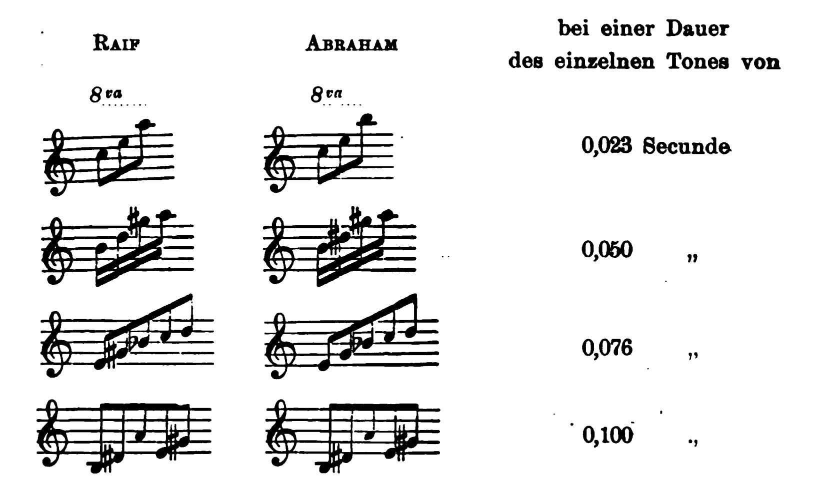


5. Versuch.

Die Intervallfolge war:



Es urtheilte:



Beide Versuchspersonen haben hiernach im Grofsen und Ganzen auffallend gleichmäfsig geurtheilt, fast übereinstimmend richtig und falsch. Bemerkenswerth ist, dafs die dem musikalischen Ohre ungewohnteren Toncombinationen unrichtiger beurtheilt wurden und die Neigung bestand, sie in bekanntere umzudeuten. So glaubten die Beobachter z. B. im 1. Versuch statt der wirklichen Töne die ihnen geläufigeren Tonfolgen des kleinen Septimenaccordes zu hören.

Wie für die Analyse des Accordes, so wurde auch für die Bestimmung des Rhythmus der tiefste Ton unwillkürlich als erster Ton gewählt, wohl in Folge musikalischer Gewohnheiten. Er schien stärker aus der Tonfolge herauszuspringen, so dafs es Mühe machte, mit einem anderen Ton willkürlich den Rhythmus beginnen zu lassen. Besonders interessant waren gewisse Täuschungen im Urtheil über den Rhythmus. Als wir bei zwölfmaliger Wiederholung einer Figur von vier Tönen pro Secunde unsere Aufmerksamkeit dem tiefsten Ton zuwendeten, glaubte Prof. RAIF, der in der Zeitbestimmung eine grofse Uebung besitzt, dafs der tiefste Ton in der Secunde nicht zwölf Mal, sondern nur

sechs Mal wiederkehre. Wir versuchten nun alle Drei, jeder für sich, die Wiederholung des tiefsten und dann des höchsten Tones durch Fingerklopfen zu markiren, und bestimmten wirklich sechs Schläge pro Secunde. Bliesen wir aber nur die eine, nämlich die tiefste oder die höchste Reihe allein an, so erschienen deutlich zwölf Töne pro Secunde. Es handelte sich also nur um eine Urtheilstäuschung. Bei zehnfacher Repetition der Figur pro Secunde hörten wir den tiefsten Ton noch blos fünf Mal wiederkehren, den höchsten aber bereits richtig zehn Mal (s. 4. Versuch). Diese höheren Töne schienen aber nicht an Intensität gleich zu sein, es folgte anscheinend immer ein schwacher Ton auf einen starken, obschon sie objectiv gleich stark sein mufsten. Offenbar wurden die beiden tieferen Töne in diesem Falle in einem halbsoschnellen Rhythmus (als Achtel) gehört, weil ihre dazwischenliegenden Sechzehntel gleichfalls schwächer zum Bewufstsein kamen und überhört wurden. Woher freilich diese scheinbaren Intensitätsverschiedenheiten selbst kamen, wüfsten wir nicht zu erklären. Es würde sich wohl lohnen, die Erscheinung selbständig weiter zu verfolgen; hier sollte sie nur als Nebenbeobachtung erwähnt sein.

Ueber das Abklingen von Tonempfindungen.

Von

Otto Abraham.

(Im Anschlufs an die vorstehende Abhandlung.)

Die folgenden theoretischen Betrachtungen sollen ein Versuch sein, die Resultate der mit Dr. Schaefer gemeinsam ausgeführten Untersuchungen zu erklären.

Das auffallendste Ergebnifs derselben war, dafs die Trillerschwelle für alle Töne von der grofsen bis zur viergestrichenen Octave dieselbe war, ca. 30 σ (= 0,03 Sec.) für den einzelnen Ton betrug. Es ist dies um so auffallender, weil die Dauerschwelle des einzelnen Tones nach den Untersuchungen, die ich mit Dr. Brühl ausgeführt hatte[1], im Wesentlichen eine Function der Schwingungsdauer ist. Um diesen Unterschied zu erklären, müssen wir streng unterscheiden zwischen einem physikalischen und physiologischen Ton. Ein physikalischer Ton braucht, wie in der eben erwähnten Arbeit gefunden wurde, nur 2 Schwingungen, um einen Nervenprocefs hervorzurufen; damit ist aber noch nichts gesagt über die Dauer des Nervenprocesses selbst. Wie auch die Endorgane unseres Hörnerven beschaffen sein mögen, ob sie Resonatoren sind oder nicht, wie auch der Nervenprocefs und die Function des betreffenden Gehirntheils erklärt werden möge, das Eine steht jedenfalls fest, dafs eine Empfindung nicht völlig synchron mit dem Reiz anfängt und aufhört. Die Tonempfindung klingt an, wächst bis zu einer bestimmten Intensität an, bleibt in dieser eine Zeit lang bestehen und klingt dann ab. Für unsere Untersuchungen scheint mir die Eigenschaft des Abklingens die wesent-

---

[1] Otto Abraham und Ludwig J. Brühl. Wahrnehmung kürzester Töne und Geräusche. *Zeitschr. f. Psych.* 18, S. 201.

liche Rolle zu spielen und mit dieser will ich mich zunächst ausschliefslich beschäftigen.

Während bei den Versuchen über die Dauerschwelle des einzelnen Tones das Abklingen unberücksichtigt blieb — denn die Wiederholung des (einzelnen) Tones erfolgte zu einer Zeit, in der das Abklingen des ersten Tones nicht mehr in Betracht kam —, ist es für unsere jetzigen Versuche sehr wesentlich. Zwei verschieden hohe Töne folgen physikalisch unmittelbar auf einander. Der erste Ton ruft eine Tonempfindung hervor, die noch nicht abgeklungen ist, wenn die Empfindung des zweiten Tones beginnt; wir hören daher während dieser Zeit des Abklingens beide Töne, d. h. einen Zusammenklang. Machen wir uns diesen Vorgang graphisch klar.

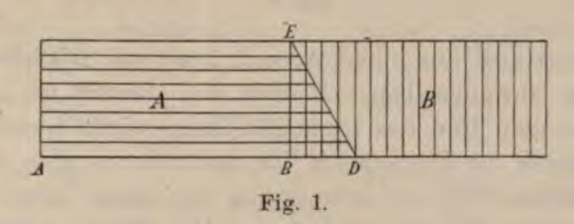


Fig. 1.

In Fig. 1 seien die den physikalischen Tönen entsprechenden Tonempfindungen dargestellt; ich will in dieser Figur absehen von dem unwesentlichen Anklingen, mich auch nicht kümmern um die Form der Abklingecurve, wie sie der Wahrscheinlichkeit entspricht, sondern den einfachsten Fall annehmen, dafs die Tonempfindung proportional der Zeit abklinge, d. h. in der Figur in der Form einer geraden Linie (andere Curvenformen werden sich dann auf diese beziehen lassen). Der Ton klingt dann von *E* bis *D* ab, und man sieht an dem Dreieck *BED*, dafs ein Vermischen der beiden Töne stattfinden mufs. Man müfste also eigentlich erst den Ton *A* hören, dann einen kurzen Accord *AB* und dann Ton *B* allein; es ist jedoch nicht nothwendig, dafs der Accord zur bewufsten Empfindung gelangt; er kann zu kurzdauernd sein und kann aus anderen Gründen von dem Ton *B* völlig verdeckt werden.

In Wirklichkeit hören wir (s. vorstehende Abhandlung), sobald die physikalischen Töne 30 σ dauern, beide Töne deutlich getrennt als Triller. Das kann nur daran liegen, dafs die Zeit, in welcher Ton *B* allein in der Empfindung klingt, sehr grofs

ist im Verhältniſs zur Dauer des Accordes d. h. zur Zeit des Abklingens.

Lassen wir jetzt dieselben Töne, die eben 30 σ dauerten, nur z. B. 3 σ dauern, dann bleibt zwar die Zeit des Abklingens von dieser Aenderung unbeeinfluſst, aber jetzt fällt der ganze 2., ja der 3., 4. etc. Ton noch in die Abklingezeit des 1. Tones.

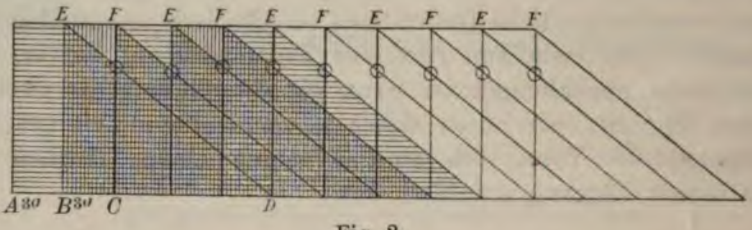


Fig. 2.

Man hört also nur einen Accord, denn ein zeitliches Ueberwiegen des einzelnen Tones *B* über den Accord ist überhaupt nicht vorhanden, und das Intensitätsübergewicht derselben, ausgedrückt durch die Dreiecke *EFO*, das sich in allen folgenden Tönen wiederholt, ist nur sehr gering und kann keineswegs die Accordintensität *BEOC* verdecken. Das Stück *EFO* besteht eigentlich in einem Qualitätswechsel der Accordempfindung, entstanden durch die Intensitätsabnahme des einen Accordtones. Es entsteht durch diesen Intensitätswechsel die Rauhigkeit, wie sie sich bei unseren Versuchen gezeigt hat (s. vorst. Abhandlung).

Nach dieser graphischen Darstellung erklären sich unsere Versuche folgendermaaſsen: Wir hören unmittelbar aufeinanderfolgende Töne deutlich getrennt als Triller, sobald die Abklingezeit verschwindend klein ist im Verhältniſs zur Dauer der Töne; wir hören unmittelbar aufeinanderfolgende Töne als rauhen Zusammenklang, wenn die Abklingezeit in einem zu groſsen Verhältniſs steht zur Dauer der Töne. Das Auffallende bei unseren Versuchen war aber, daſs für alle Töne von der groſsen bis zur viergestrichenen Octave dieselbe Zeit ca. 30 σ für den Trillerton erforderlich war, um eine deutliche Trillerempfindung zu bewirken. Ich glaube daher zu dem Schluſs berechtigt zu sein, daſs alle Töne, unabhängig von ihrer Höhe, dieselbe Abklingezeit haben. Ich wage es, diesen Satz auszusprechen, obwohl die allgemeine musikalische Erfahrung

dem gegenüberzustehen scheint, dafs auf dem Clavier und anderen Musikinstrumenten ein Triller in tieferen Tonlagen schon bei geringerer Geschwindigkeit zu einer undeutlichen Accordempfindung verschmilzt als in höheren Lagen. Noch widersprechender aber scheinen meiner Behauptung die Resultate ALFRED MAYER's zu sein.[1] Dieser liefs einen bestimmten continuirlichen Ton durch eine rotirende mit Oeffnungen versehene Scheibe dringen und berechnete die Zahl der Tonunterbrechungen, welche bei verschiedenen Tonhöhen nöthig war, damit die intermittirende Tonempfindung zu einer continuirlichen wurde. Daraus berechnete er die Zeit des Abklingens und fand für die einzelnen Töne folgende Werthe, die er in Form einer Tabelle zusammenstellte:

$C = \frac{1}{25}$	Secunde	$c_2 = \frac{1}{130}$	Secunde
$c = \frac{1}{45}$	"	$e_3 = \frac{1}{153}$	"
$c_1 = \frac{1}{70}$		$g_2 = \frac{1}{166}$	"
$g_1 = \frac{1}{102}$	"	$c_3 = \frac{1}{180}$	"

Aehnliche Resultate erhielt bei anderer Versuchsanordnung URBANTSCHITSCH[2], der die Zeit der Pause berechnete, die eben genügte, um den Tonempfindungen einen intermittirenden Charakter zu geben. Dieser Unterschied der Berechnung ist der Grund, dafs die Zahlen URBANTSCHITSCH's gröfser sind als die Zahlen MAYER's; im Wesentlichen stimmen aber beide Autoren darin überein, dafs für die Unterbrechungsschwelle die Pausendauer eine Function der Schwingungsdauer d. h. der Tonhöhe ist.

Diese Versuche scheinen mit unseren Versuchen und meinen Schlufsfolgerungen daraus in krassem Widerspruch zu stehen. Ich prüfte deshalb zunächst in etwas veränderter Form die MAYER'schen Versuche nach und konnte die MAYER'schen Resultate vollauf bestätigen. Die Differenzen waren nur geringfügig. Da nun also an der Richtigkeit der Ergebnisse, der MAYER'schen

---

[1] *American Journal of Science and Arts* **8**, 244; **9**, 2; **47**, 14.

[2] Ueber das An- und Abklingen akust. Empfindungen. PFLÜGER's *Archiv für Physiologie* **25**, 328.

sowohl als der unsrigen, nicht zu zweifeln ist, mufs entweder für unsere oder für M.'s Resultate eine andere Erklärung gesucht werden. Der Grund für unsere Trillerschwelle wie für die Schwelle des Unterbrochenklingens bei MAYER mufs im Wesentlichen im Abklingen zu suchen sein. Der Unterschied zwischen beiden Versuchsanordnungen ist aber der, dafs MAYER denselben Ton nach kurzer Pause wiederholte, wir zwei verschieden hohe Töne physikalisch unmittelbar aufeinanderfolgen liefsen. MAYER und URBANTSCHITSCH sagen nun, dafs der Moment, in dem die discontinuirliche Tonempfindung gerade in eine continuirliche übergeht, maafsgebend sei für das Abklingen des Tones. Diesen Schlufs wage ich zu bezweifeln; denn, falls auch der 1. Ton noch nicht völlig abgeklungen ist, wenn der 2. Ton derselben Höhe einsetzt, so braucht dadurch doch noch keine continuirliche Tonempfindung erzeugt zu werden, denn der Intensitätsunterschied des abklingenden Tones und des neu beginnenden, zu welchem sich noch die Intensität des abklingenden zum Theil addirt, ist es, der die Intermittenz, die Rauhigkeit veranlafst. Und hier ist zu bedenken, dafs bei wechselnden Intensitäten mit genügender Differenz stets die schwächere völlig = 0 erscheint. Die völlige Zeit des Abklingens ist also durch die MAYER'schen Versuche ebensowenig wie durch die Versuche URBANTSCHITSCH's gefunden.

Man mache den bekannten Versuch, den man in der Kindheit so oft gemacht hat; man lasse einen continuirlichen Ton spielen und verstopfe und öffne mit der Fingerbeere rhythmisch beide Gehörgänge. Dann hört man den Ton nur bei geöffnetem Gehörgang, bei geschlossenem eine Pause, d. h. bei schnellem Oeffnen und Schliefsen einen intermittirenden Ton; läfst man dagegen die Gehörgänge continuirlich verschlossen, dann hört man einen continuirlichen leisen Ton, der bei dem rhythmischen Zumachen gar nicht vernommen wird. Genau diesem Versuch scheinen mir die Versuche MAYER's und URBANTSCHITSCH's zu entsprechen, und ich glaube, dafs man trotz der gröfsten Uebung und Aufmerksamkeit nicht berechtigt ist, zu sagen, die eine Intensität sei = 0, wenn sie mit einer anderen weit gröfseren Intensität schnell hintereinander wechselt. In seiner letzten diesbezüglichen Abhandlung[1] sagt MAYER selbst, dafs seine Unter-

---

[1] MAYER, Researches in Acoustics. *Amer. Journ. of Science* 47. 1894, S. 3.

suchungen nicht „the total duration of the after-sensation of a sound" bestimmen, sondern „that duration in which the after-sensation of a sound does not perceptibly diminish in intensity". Das wäre meinen Ausführungen analog, wenn MAYER nicht stillschweigend angenommen hätte, dafs die Empfindungsintensitäten bei gleicher Reizstärke dieselben wären; wenn sie aber ungleiche sind, dann läfst sich nach den MAYER'schen Versuchen weder über die ganze noch über einen Theil der Abklingezeit etwas aussagen, da die Differenzen der Intensitäten dann eine Function der Empfindungsintensitäten sind. (Die Aenderungen der Reizstärke, die MAYER vornahm, tangiren diese Behauptung nicht.)

Nun haben aber hohe Töne bei gleicher Reizstärke eine gröfsere Empfindungintensität als tiefe Töne. Dies ist allerdings bisher nur eine Hypothese, aber die Erfahrung hat ihr eine Anzahl Stützpunkte verschafft. HELMHOLTZ (Lehre v. d. Tonempf.) glaubte einen Beweis darin zu finden, dafs der Ton einer Sirene bei gleichmäfsigem Druck des Blasebalges mit der Höhe an Stärke bis zur Unerträglichkeit zunimmt. Eine Stimmgabel *c*, welche Zinken von gleicher Dicke und Breite hat, und mit derselben Amplitude 1 mm vibrirt wie eine Stimmgabel *C*, kann man etwa doppelt so weit vom Ohre entfernen als diese, bis die Grenze der Hörbarkeit erreicht ist.[1] Diese Erfahrungsthatsachen sprechen sehr für die Annahme der Hypothese; allerdings beweist ein constanter Druck des Blasebalges und gleiche mathematische Anordnung bei Stimmgabeln noch nicht, dafs auch der Ton physikalisch genau die gleiche Stärke hat. Die Intensität des physikalischen Tones hängt ab von dem Luftdruck des Tones d. h. der Amplitude der Lufttheilchen. Wenn man also die Empfindungsstärken bei gleichen Reizstärken untersuchen will, mufs man auch wirklich gleiche Reizstärken herstellen; es müfste also ein Apparat construirt werden, der in einem bestimmten Raumpunkte den Druck der einzelnen Töne mifst; er braucht dies für unsere Frage nicht in absoluten Maafsen zu thun, sondern nur in relativen. Einen solchen Apparat glaube ich in dem Phonographen gefunden zu haben: der Stift des Phonographen wird durch das Schwingen der mit ihm verbundenen Membran in die Wachsmasse der

---

[1] R. KOENIG, POGG. *Annal.* 157. — STUMPF, Tonpsychologie I, 370.

Walze eingedrückt, und zwar ist die Gröfse der Vertiefung proportional der Amplitude des Tones. Nehme ich einen beliebigen Ton auf der Walze auf, dann kann ich durch langsamere resp. schnellere Bewegung der Walze bei der Wiedergabe die Tonhöhe variiren. An meinem Apparat[1] gelingt dies um zwei Octaven. Die Gröfse der Vertiefungen auf der Walze bleibt davon natürlich unbeeinflufst, d. h. physikalisch haben die Töne dieselbe Intensität. Ich kann also auf dem Phonographen Töne derselben physikalischen Intensität auf ihre Empfindungsintensität hin vergleichen. Es zeigte sich nun deutlich, dafs der Ton in der Tiefe viel schwächer erscheint als in der Höhe. Man könnte nur vielleicht entgegenhalten, dafs der Stift bei der Wiedergabe nicht stets die ganze Grube ausnutzt. Aber natürlich kann er sie mehr ausnutzen bei langsamerem Hindurchgleiten als bei schnellerem; es müfsten also, wenn diese mechanische Bedingung in Betracht käme, die tieferen Töne noch lauter erklingen als die hohen. Da das nicht, sondern das Gegentheil der Fall ist, scheint dies mechanische Moment gar nicht in Betracht zu kommen. Ich untersuchte, um Klangfarbenänderung zu vermeiden, möglichst obertonlose Stimmgabeltöne, wieder mit demselben Resultat, dafs sie in der Höhe bei gleicher Amplitude stärker erscheinen als in der Tiefe. Genauere Versuchsreihen werde ich später veröffentlichen.

Jedenfalls halte ich die Hypothese für genügend gestützt, um weitere Schlüsse darauf aufbauen zu können. Ein solcher Schlufs ist die obige Erklärung der Mayer'schen Versuche. Wenn höhere Töne eine gröfsere Empfindungsstärke haben als tiefe Töne, dann ist bei ihrer schnellen Aufeinanderfolge auch die Differenz der Empfindungsintensitäten des abklingenden und des neuen Tones gröfser; ich kann daher höhere Töne schneller aufeinander folgen lassen, um dieselbe Differenz der Intensitäten zu erhalten, und wenn eine Minimaldifferenz erreicht ist, dann klingt der Ton continuirlich. Ich habe hierbei immer eine geradlinige Abklingecurve vorausgesetzt, doch würden sich diese Erörterungen auch auf andere Curvenformen anwenden lassen. — So glaube ich die Mayer'schen Versuche in Einklang bringen zu können mit meiner Annahme, dafs alle Töne eine gleiche Ab-

[1] Durch die Güte des Curatoriums der Gräfin-Luise-Bose-Stiftung ist mir ein vortrefflicher Edison'scher Phonograph zur Verfügung gestellt worden.

klingezeit haben. Auf eine Prüfung der Frage bei verschiedener Reizintensität habe ich vorläufig aus Mangel an Meſsinstrumenten verzichtet, so daſs ich es dahingestellt sein lasse, welche Beziehung zwischen physikalischer Tonstärke und Abklingen besteht.

Viel leichter glaube ich den zuerst erwähnten Einwand, der gegen den Satz „alle Töne klingen gleich schnell ab", gemacht werden könnte, widerlegen zu können, nämlich die Erfahrungsthatsache der Musiker, daſs bei Instrumentaltönen Triller und Figuren in der Tiefe bei einer Geschwindigkeit schon verschwommen klingen, bei der sie in höheren Tonlagen noch deutlich getrennt empfunden werden. Der Unterschied von Instrumentaltönen und unseren Sirenentönen beruht erstens darin, daſs unsere Töne physikalisch nicht nachklingen, zweitens daſs sie resonanzlos sind. Nehmen wir nun einen Claviertriller, dann ist es klar, daſs die Nachschwingungen der einen Saite noch nicht aufgehört zu haben brauchen, wenn die zweite Saite angeschlagen und zum Schwingen gebracht wird. Nun richtet sich die Dauer des Nachklingens nach der Länge der Saite. Längere Saiten schwingen länger nach als kürzere, somit dauern tiefe Töne auf dem Clavier bei gleicher Anschlagsdauer länger als hohe Töne. Das hat also mit dem physiologischen Abklingen gar nichts zu thun, und es liegt kein Grund vor, aus diesen physikalischen Unterschieden auf Dämpfungsunterschiede im inneren Ohr zu schlieſsen.[1]

Wie mit dem Clavier verhält es sich bezüglich der Saitennachschwingungen mit allen Anschlagsinstrumenten, Harfe, Zither u. s. w. Auch bei den Streichinstrumenten kommen sie bei Saitenübergängen, zwar nicht für den Triller, aber doch für musikalische Figuren in Betracht.

Auch der Resonanzraum der Musikinstrumente bewirkt einen Unterschied der Töne gegen unsere resonanzlosen Klänge: Ein gröſserer Resonanzraum klingt ebenfalls länger nach als ein kleiner, so daſs auch dadurch der Triller von Instrumentaltönen in tieferen Tonlagen eher verschwommen klingt als in höheren.

[1] S. Helmholtz, Tonempfind., S. 212.

Beobachtungen über subjective Töne und über Doppelthören.

Von

C. STUMPF.

„Die subjectiven Gehörsempfindungen erwarten einen treuen Selbstbeobachter, wie es GOETHE und PURKINJE für die subjectiven Gesichtserscheinungen gewesen sind.“ So sagte 1826 JOHANNES MÜLLER in seiner Vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Bis heute hat aber dieses Desiderat noch nicht in irgend gröfserem Maafse Erfüllung gefunden. Es sind in der Literatur fast nur die Aussagen der Patienten von Ohrenärzten verzeichnet, und diese enthalten zwar Vieles über subjective Geräusche, aber äufserst Weniges über Töne im musikalischen Sinne, die doch für die Theorie des Hörens ungleich wichtiger wären.[1]

---

[1] Die einzige Abhandlung, worin mehr als zwei bis drei Angaben über Töne von bestimmter Höhe verzeichnet sind: J. J. OPPEL, Ueber den Ton des Ohrenklingens, POGGEND. *Ann. d. Phys.* **144** (1872), 476, ist in der ohrenärztlichen Literatur anscheinend gänzlich ignorirt worden. S. darüber unten.

Einzelne Töne sind namhaft gemacht im *Archiv für Ohrenheilkunde* **4**, 39 (f^3), 94 (d^3 längere Zeit), **19**, 43 (c^4 länger); *Monatsschrift f. Ohrenheilk.* 1886, 109—111 (f^4, a^4, h^4); *Zeitschrift f. Ohrenheilk.* **34**, 46 (c^2 mehrere Tage, dann $h^1 + f^2$); VIRCHOW's *Arch. f. pathol. Anat.* **39**, 289 ($c^3 + e^3$, $g + h$?), **41**, 299 (cis^2), **46**, 509 (e^1). Ferner bei LUCAE, Entstehung u. Behandl. d. subjectiven Gehörsempfindungen, 1884, S. 3 (h^3, c^4, e^4). KÜLPE, Grundrifs der Psychologie, 1893, S. 111 (gis^3, cis^4, gis^4). In der *Zeitschr. f. Ohrenheilk.* **8**, 187—8 giebt BRUNNER nach eigenen Beobachtungen an, dafs die subjectiven Töne stets in den mittleren und oberen Lagen des Claviers liegen. GOLDSCHEIDER berichtet (Lehre v. d. specif. Energien, 1881, Gesammelte Abhdl. I, S. 14), dafs er jederzeit bei Aufmerksamkeit und äufserer Stille in beiden Ohren ein sich gleichbleibendes Klingen von mittlerer Höhe vernimmt, und bezeichnet mir jetzt die Höhe näher als „bald a^2, bald a^3“.

Das ist Alles, was ich finden konnte.

Im Folgenden möchte ich versuchen, in die Lücke nach bestem Vermögen einzutreten, da ich im Laufe der Jahre nur zu ausgiebige Gelegenheit zu dergleichen Selbstbeobachtungen hatte.

I. Ein constanter Ton.[1]

Seit 1875 höre ich im rechten Ohr einen der Höhe nach gleichbleibenden, der Intensität nach wechselnden, auch zeitweise unmerklichen, aber immer wiederkehrenden Ton, ähnlich etwa dem „Singen" einer Gasflamme. Es ist ein etwas hoch zu nehmendes *fis*^{3}.

Diesen Ton kann ich, wenn er gut merklich ist, willkürlich verstärken und schwächen. Er wird geschwächt durch eine Muskelaction, die ich zuerst für die Contraction des Tensor tympani hielt, die aber nach Politzer als Bewegung des weichen Gaumens und der Eustachischen Röhre anzusehen ist, wenn auch das begleitende Knacken im Ohr localisirt wird.[2] Auch Ausstofsung von Luft aus der Nase bei offenen oder geschlossenen Nasenlöchern wirkt schwächend.[3] Endlich wirkte in gleicher Weise ein Druck auf die Carotis, wenn der Ton gerade stark erklang. In allen diesen Fällen hatte ich zugleich das Gefühl der Erleichterung im Ohr. Nachher kehrte der Ton allerdings zur vorherigen Stärke zurück, doch konnte ich durch fortgesetzte Anwendung dieser Mittel auch eine länger dauernde Erleichterung erzielen.

Verstärkt wird der Ton durch Einziehen von Luft bei geschlossenen Nasenlöchern oder durch Schlingen unter gleichen Umständen, auch durch Eindrücken des Fingers in den äufseren Gehörgang. Doch gelingt Verstärkung nur dann, wenn er nicht bereits sehr stark ist und doch eine Disposition dazu (s. u.) vorhanden ist. Auf diese Art konnte ich den Ton vielfach wie eine innere Stimmgabel benützen, um danach die absolute Tonhöhe objectiver oder subjectiver Töne zu bestimmen.

---

[1] Einiges hierüber erwähnte ich bereits in meiner Tonpsychologie. S. den Index im II. Bd. unter „Subj. Töne".

[2] Vgl. Tonpsychol. II, 296. Daselbst auch über die Untersuchung meines Ohres durch Zaufal.

[3] Gleichzeitige Schluckbewegung (Valsalva'scher Versuch) war hierbei nicht erforderlich. Lucae giebt a. a. O. S. 6 an, dafs es ihm in der Regel gelinge, einen subjectiven Ton analoger Art durch den Valsalva'schen Versuch zu beseitigen.

Durch die Schwächung wird der Ton zugleich ein wenig vertieft, durch die Verstärkung bis zu fast einer Halbtonstufe höher, so daſs er einerseits auf *fis*^{3} in gewöhnlicher Stimmung herabgeht, andererseits auf g^3 hinaufgeht.

Hat der Ton eine erhebliche Stärke, so ist gleichzeitig die äuſsere Hörschärfe dieses Ohrs beeinträchtigt, und sie wird dann bei künstlicher Schwächung des Tones wieder hergestellt. In Zeiten, wo er stark war, konnte ich so z. B. bei Zuhalten des linken Ohres das Geräusch des Regens willkürlich bald hörbar, bald unhörbar machen.

Eine ausschwingende Stimmgabel, vor das rechte Ohr gehalten, wurde durch Verstärkung des subjectiven Tones vollends ausgelöscht, durch Schwächung wieder hörbar gemacht.

In schlimmer Zeit machte es auch einen wesentlichen Unterschied, ob ich im Bette auf der rechten oder linken Seite lag. Lag ich links und vermied jede Bewegung, hielt auch wohl den Athem an, so wuchs der Ton zu groſser Stärke. Das tiefe Brausen des Meeres, an welchem ich mich damals sechs Wochen aufhielt, hörte vollständig auf, nur ein Zischen blieb übrig. Legte ich mich aber auf das rechte (kranke) Ohr, so wurde der Ton schwächer, wahrscheinlich durch den Druck auf die Carotis, und das objective Geräusch behielt seine Stärke.

Ueber den Einfluſs des Pulses s. u. III.

In gewöhnlichen Zeiten ist das objective Hören durch den subjectiven Ton nicht merklich beeinträchtigt, und beim Musikhören habe ich kaum jemals eine Störung dadurch empfunden. Er wird eben doch von einem relativ leisen objectiven Schall bereits übertönt; nur in Ausnahmefällen war er auch während eines mäſsigen Geräusches noch hörbar.

Wie man sich nun diesen Ton zu erklären habe, darüber will ich keine bestimmtere Meinung äuſsern, da ich mich nicht im Besitz einer solchen befinde. Man könnte mit Lucae, der an sich selbst häufig längere Zeit h^3, c^4 und e^4 beobachtete, an einen Krampf des Tensor tympani denken, durch welchen das Trommelfell nach innen gezogen und der Druck im Mittelohr erhöht wird. Aber von da bis zur Herleitung dieses bestimmten Tones ist doch noch weit.[1]

[1] Lucae glaubte (a. a. O. S. 3f.), daſs das Trommelfell durch den Tensorkrampf in dauernde Schwingungen versetzt und stehende Luftwellen im Gehörgang erzeugt würden. Er wies darauf hin, daſs die Tonhöhe mit

Nicht ohne Bedeutung für die Aetiologie scheinen mir Beobachtungen, die ich beim Gähnen gemacht habe. Hierbei setzt der Ton sehr häufig stark ein und bleibt in dieser Stärke, solange die Action dauert. Aber es tritt dabei auch im linken Ohr mit grofser Regelmäfsigkeit, sobald nur eine Disposition für subjective Töne vorhanden ist, ein um eine Ganztonstufe tieferer Ton, e^3, auf. Oft höre ich nur den einen, oft nur den anderen, öfters auch beide zugleich. Spontan tritt dieser Ton des linken Ohres nicht auf.

Man könnte hier nun wohl annehmen, dafs durch das Gähnen eine Mitbewegung des Tensor bewirkt würde. Man könnte aber auch die plötzliche Druckverminderung im Mittelohr für den Ton verantwortlich machen.

Jedenfalls dürfte die Entstehung des fis^3 nicht erst im Labyrinth oder im Gehirn, sondern im Mittelohr stattfinden.

Als Veranlassung dieses Leidens mufs wohl in erster Linie eine durch Ueberarbeitung entstandene starke Nervosität gelten, die sich auch in anderen Sinnesgebieten äufserte. Ich konnte die augenblickliche Stärke des Tons als Gradmesser des Nervenzustandes betrachten. Während der Culminationszeit (Anfangs der 80er Jahre) war ich gegen äufsere Geräusche äufserst empfindlich und solchen zugleich am meisten ausgesetzt.[1] Es wird aber wohl auch die specielle Anstrengung des Gehörs durch akustische Versuche beigetragen haben, besonders Beobachtungen über Differenz- und Summationstöne am Harmonium, die ich

dem Eigenton des Gehörgangs annähernd übereinstimme. Doch hält er gegenwärtig selbst diese Meinung nicht mehr unbedingt aufrecht. Es ist auch klonischer Krampf des Tensor ohne Ohrenklingen beobachtet. *Zeitschrift f. Ohrenheilkunde* 13, 261.

[1] Ich wohnte in Prag-Smichow an einem Platz, der den gröfsten Theil der wärmeren Jahreszeit von Schaubuden besetzt war, die durch Leierkästen in den allerschärfsten Klangfarben, oft fünf bis sechs zu gleicher Zeit, das Publikum anlockten. Auch der Strafsenlärm der böhmischen Hauptstadt war arg genug. Am schlimmsten wirkten auf mich Locomotivpfiffe. Ich hörte dabei damals auch immer ein dumpfes Geräusch nachher und fühlte Schmerzen im Ohr, ja im ganzen Kopf. Leider hat der alte Kampf der Ohrenärzte gegen diese Locomotivenpraxis noch immer nicht viel geholfen.
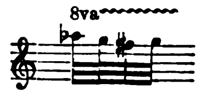
Als ich einmal in der Nähe eines Bahnhofs übernachtete, beobachtete ich auch, dafs der subjective Ton durch den Pfiff der Rangirlocomotive angeregt oder verstärkt wurde. Das Nämliche bemerkte ich auch gelegentlich

manchmal halbe Tage lang fortgesetzt hatte. Von Einfluſs zeigten sich jedesmal auch Erkältungen. Der Anfang scheint eingetreten zu sein, als ich während eines angestrengten Semesters kalte Fluſsbäder genommen und viel untergetaucht hatte. Damals entstand zunächst ein lästiges zwitscherndes Geräusch im Ohr, das später dem Ton Platz machte.[1] Als der Ton in Blüthe stand, war es ein hartnäckiger chronischer Schnupfen (1 3/4 Jahre), der direct und indirect, durch Schlafstörung, das Uebel steigerte. Endlich sei noch ein länger fortgesetzter Gebrauch von Chinin als einer der Umstände erwähnt, die beigetragen haben könnten.

Bei wiederholter Untersuchung durch Ohrenärzte (v. Tröltsch, Zaufal, Hessler, Bezold) fand sich nichts Ungewöhnliches. Elektrisiren wie Katheterisiren half nicht, unmittelbar nach letzterem war der Ton nur stärker. Nur zu gut bestätigte sich die Prognose Lucae's bei zufälliger Begegnung vor 18 Jahren: daſs ich den Ton wohl nie wieder ganz los werden würde.

Ehe ich zu den variablen Tönen übergehe, sei noch erwähnt, daſs ich einmal während fünf Tagen (Februar 1894) im rechten Ohr ein d^3 hörte, das, wenn auch zwischendurch schwach oder verschwindend, doch namentlich bei einer plötzlichen Bewegung oder Aufregung wiederkam; ganz so wie sonst fis^3. Einmal wurde es durch ein d^2 von ausserordentlicher Stärke und etwa 10 Secunden langer Dauer abgelöst (eine Octavenverwechselung war ausgeschlossen). Das gewöhnliche fis^3 fehlte auch in diesen Tagen nicht ganz, ich glaubte es sogar auf kurze Zeit gelegentlich zugleich mit d^3 schwach zu hören; gewöhnlich aber war es durch dieses verdrängt. Beim Gähnen hörte ich in diesen Tagen gleichfalls rechts d^3 statt fis^3, links wie gewöhnlich e^3. Auſser

beim Krähen eines Hahnes, wobei aber der Ton zugleich in eigenthümlicher Weise modificirt wurde, etwa so



Dies trat etwa 30mal ein, jedesmal wenn der Hahn krähte.

Einmal habe ich den subjectiven Ton auch durch einen starken Pfiff mit dem Munde zur Erscheinung gebracht.

[1] Doch vernahm ich auch später noch zuweilen, zusammenhängend mit unwillkürlichen oder willkürlichen Gaumenbewegungen, ein glucksendes Geräusch von einer Tonhöhe zwischen f und c^1, oder ein Schlürfen, beides wohl als Folge der Oeffnung der Tuba.

einem leichten Halskatarrh war nichts Besonderes zu registriren, das den Wechsel bedingt haben könnte.

II. Variable Töne.

Daſs die kurz auftauchenden subjectiven Töne Vielen aus Erfahrung bekannt sind, bezeugt die Redewendung, einem müsse „das Ohr geklungen haben", wenn in der Ferne gut von ihm gesprochen wurde, und noch so manche Deutung, die sich im Volksmund an das innere „Glockenläuten" knüpft. Könnte man sich nur auf das Sprichwort verlassen! — denn solche Töne höre ich äuſserst häufig. 17 Jahre lang (1881—1898) habe ich darüber Buch geführt, da sie mir im Zusammenhang mit den akustischen Studien nach verschiedenen Seiten interessant schienen. Durch ein gutes absolutes Gehör, in Zweifelsfällen mit Hülfe des Claviers oder eines Stimmpfeifchens oder des constanten subjectiven fis^3 lieſs sich die absolute Tonhöhe in den meisten Fällen trotz der kurzen Dauer feststellen. Man hat ja den Ton auch noch etliche Secunden genau in der Erinnerung. Nur die Octavenlage war bei denjenigen, die über die 5-gestrichene Octave hinauslagen, vielfach zweifelhaft. Die Tonhöhe eines solchen Tones war in sich selbst fast durchgängig eine vollkommen feste und deutliche, ohne Schwankung während seiner Dauer; ausgenommen daſs hier und da einer beim Ausklingen ein wenig tiefer zu werden schien. Ich konnte genau sagen, ob z. B. der Ton eine reine oder eine etwas vergröſserte oder verkleinerte Quint zu einer Stimmgabel bildete, — so genau als hätte ich ihn objectiv gehört. Auſser denen, die sich noch als *c*, *e* u. s. f., wenn auch bezüglich der Octavenlage nicht mehr sicher, bestimmen lieſsen, erschienen auch noch viele Töne, über die ich schlechterdings nichts notiren konnte, da sie keine musikalische Qualität mehr besaſsen sondern nur durch das ungeheuer Feine, Spitze sich von den musikalisch bestimmbaren sowie untereinander unterschieden. Oft waren sie auch, wenngleich noch deutlich vernehmbar, doch von solcher Schwäche, daſs ich den sinnlichen Eindruck des Unendlichkleinen im Tongebiete zu haben glaubte.

Ich habe die Töne natürlich nur nach der Bezeichnung der temperirt-chromatischen Skala notirt, wie sie am Clavier vorliegt. Vielfach lag ein Ton zwischen zwei Stufen dieser Leiter, sodaſs er z. B. ebensowohl als *f* wie als *fis* (*ges*) notirt werden konnte,

zumal mit Rücksicht darauf, dafs auch die Höhe der musikalischen Stimmung nicht unveränderlich ist. In manchen Fällen, besonders solchen aus den hohen Regionen, könnte die Bestimmung, wenn sie nach dem blofsen Gehör erfolgte, auch wohl um einen Halbton, in seltenen Fällen um einen Ganzton geirrt haben. Im Ganzen darf ich für die Aufzeichnungen Genauigkeit in Anspruch nehmen.

Diejenigen Töne oberhalb der 4-gestrichenen Octave, die ich ihrem musikalischen Charakter nach (ob *c*, *e*, *f* etc.) noch richtig zu erkennen glaubte, habe ich in der zunächst folgenden Tabelle nur unter der Rubrik „darüber" angeführt. Ich hatte sie früher bestimmter der 5-, 6-, ja 7- oder 8-gestrichenen Octave zugerechnet, da ich die allgemeine Meinung theilte, dafs die Appunn'sche Gabelserie, nach der ich mir die Erinnerungsbilder so hoher Töne eingeprägt hatte, bis in die 8-gestrichene Octave reiche. Dies hat sich aber als falsch herausgestellt[1], und die bezüglichen subjectiven Töne dürften daher, soweit sie noch einen einigermaafsen musikalischen Charakter trugen, wohl alle der 5-gestrichenen Octave angehört haben. Selbst hier aber sind Täuschungen in Bezug auf die Bestimmung durch das blofse Gehör leicht möglich. Ich habe daher in der zweiten Tabelle, worin es auf solche Bestimmungen ankommt, die Töne jenseits der 4-gestrichenen Octave ganz weggelassen.

Die Gesammtzahl der notirten Töne beträgt 580. In den ersten Jahren stieg die jährliche Anzahl und erreichte mit 72 einen Höhepunkt, später variirte sie zwischen den Grenzen 26 und 59.

Von Interesse ist zunächst die Vertheilung der Töne auf die verschiedenen Octaven, wie sie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Kleine Octave	5
1-gestrichene Octave	62
2- „ „	157
3- „ „	167
4- „ „	148
Darüber	41

[1] S. die Verhandlungen darüber in Wiedemann's *Annalen der Physik* **51**, **52**, **61**, **64**, **65**, **67**, **68**.

In der kleinen Octave traten die Töne erst von *gis* an auf und waren schwach. Nur einmal notirte ich *c*, mit der Bemerkung: „bestimmt in dieser Tiefe, aufserordentlich mild, aber deutlich und kräftig.“ Trotzdem möchte ich nachträglich zweifeln, ob es nicht c^1 war, da sonst nicht ein einziger Ton unterhalb *gis* vorkam. Es sind zuweilen wohl Empfindungen von tieferem Charakter aufgetaucht, aber so äufserst schwach, dafs sie nur wie ein Hauch des Mundes schienen und eine Höhenbestimmung nicht erlaubten, während von *gis* an deutliche und zuweilen recht kräftige Töne auftraten.

Betrachtet man obige Vertheilung auf die verschiedenen Octaven, so zeigt sich Zunahme bis zur 3-gestrichenen Octave, dann wieder Abnahme. Dies scheint in Zusammenhang mit einer besonderen Empfindlichkeit unseres Gehörorgans auch für objective Töne der 3-gestrichenen Octave zu stehen.

Eine Tabelle, in der für jeden Ton der chromatischen Leiter die Anzahl der subjectiven Empfindungen verzeichnet ist, zeigt keinen hervorstechenden Zug. Dagegen scheint ein bemerkenswerthes Ergebnifs herauszukommen, wenn man die Töne zonenweise zusammennimmt, so nämlich, dafs jede Octave in die drei Zonen *C* bis *Dis*, *E* bis *G*, *Gis* bis *H* zerlegt wird, von denen jede vier chromatische Tonstufen umfafst. Wir erhalten dann (mit Weglassung der obersten Octaven) folgende Uebersicht:

	C — Dis	*E — G*	*Gis — H*
Kleine Octave	1 (?)	0	4
1-gestrichene Octave	13	22	27
2- „ „	58	55	44
3- „ „	53	63	51
4- „ „	59	52	37

Hier sind Maxima im ersten (und zweiten) Drittel der 2-gestrichenen, im zweiten der 3-gestrichenen und im ersten der 4-gestrichenen Octave. Dies scheint mir wieder mit den Zonen verstärkter Empfindlichkeit für objective Töne beim normalen Hören zu stimmen.[1]

[1] Vgl. HELMHOLTZ' Tonempfindungen [4], S. 187, und m. Tonpsychol. I, 370.

Bei Oppel[1] vertheilten sich die Töne so:

	C — Dis	*E — G*	*Gis — H*
Kleine Octave	0	0	0
1-gestrichene Octave	1	1	2
2- „ „	5	4	3
3- „ „	4	3	2

Wie man sieht, ist selbst bei dieser kleinen Anzahl von Fällen (die den Zeitraum von vier Jahren umfassen) eine ähnliche Vertheilung zu bemerken; auffallend nur, daſs Oppel keine Töne jenseits der 3-gestrichenen Octave angiebt. Vielleicht schien ihm hier die Bestimmung nicht mehr sicher genug. Einmal erwähnt er ein „überaus hohes Zischen, schwer bestimmbar“.

Die Klangfarbe dieser subjectiven Töne war, ebenso wie die des constanten fis^3, durchaus die einfacher Töne, wie sie von schwach tönenden Stimmgabeln auf Resonanzkästen erzeugt werden; also auſserordentlich mild. Dies gab besonders den tieferen Tönen, denen der 1-gestrichenen Octave, etwas Ungewöhnliches, Ueberraschendes. Oefters habe ich hier beigeschrieben: „Wundervoll schöner, voller, reiner, weicher Ton“ u. dgl. Auch ein starkes d^2 ist mehrmals als „schön, prachtvoll“ bezeichnet. Ein a^1 klang so weich, obgleich es sehr stark war, daſs es dem a^1 der Violine oder des Claviers ganz unähnlich schien und leicht für *a* (eine Octave tiefer) hätte geschätzt werden können. Es ist, ehe man hierin Uebung hat, durchaus nöthig, sich mit Hülfe objectiver Klangquellen und besonders Stimmgabeln über die wirkliche Octavenlage zu vergewissern, um nicht Täuschungen zu unterliegen. Ich schätzte sogar das constante fis^3 anfänglich lange als fis^2.

Die Stärke der Töne war sehr verschieden, manche nur wie ein ebenmerklicher Hauch, andere so kräftig, daſs sie sich inmitten eines erheblichen Geräusches, während des Straſsenlärms, im Tramwaywagen oder der Eisenbahn, während der lauten Conversation bei einem Diner geltend machten. Der Ton

[1] Vgl. die oben S. 30 Anm. erwähnte Abhandlung. Nr. I, 6 und II, 7 seiner Tabelle sind gemäſs O.'s Erläuterung dazu hier nur als Ein Fall gezählt.

setzt jedesmal mit dem Maximum seiner Stärke ein und verklingt dann stetig.

Die Localisation war bei allen Tönen von der 1-gestrichenen Octave an stets eine vollkommen deutliche: es war nicht einen Moment zweifelhaft, ob ein Ton dem rechten oder dem linken Ohr angehörte. Die Töne erschienen bald im einen bald im anderen Ohr, ungefähr gleich oft in jedem. Oefters folgten sich mehrere auf derselben Seite, so dafs eine zeitweilig gröfsere Disposition dort vorhanden schien; aber im Ganzen verhielten sich die beiden Ohren hierin gleichmäfsig.

Als Kennzeichen für die Localisirung (Localzeichen) konnte in manchen Fällen ein mit dem Ton verbundenes eigenthümliches Gefühl der Völle angesehen werden, oder das nachher zu erwähnende dem Ton vorausgehende Gefühl: aber es liegt auf der Hand, dafs solche Gefühle auch zuerst localisirt sein mufsten, um als Kennzeichen zu dienen. Aufserdem war das Gefühl der Völle zumeist kaum merklich. Der Ton erschien eben örtlich ebenso bestimmt, wie er eine bestimmte Höhe und Stärke hatte.

Nur bei den tiefsten unter den gehörten Tönen, denen aus der kleinen Octave, auch schon bei den untersten aus der 1-gestrichenen, war die Localisation minder ausgesprochen. Sie hatten etwas Zerflossenes, schienen nicht ausschliefslich in einem Ohr, sondern in einem gröfseren Theile des Schädels localisirt, in einer mehr unbestimmten Ausdehnung, aber doch vorwiegend der einen Seite zugehörig und zugleich mehr nach dem hinteren Theil des Schädels liegend. Einmal habe ich auch bei d^2 noch bemerkt, dafs es mehr im rechten Schläfenlappen als im rechten Ohr localisirt scheine.

Auch bei den allerhöchsten, musikalisch nicht mehr bestimmbaren, Tönen glaubte ich öfters zu beobachten, dafs sie nicht so deutlich localisirt schienen, obschon sie einen äufserst spitzen Charakter trugen.[1]

---

[1] Oppel konnte nur in Einem Falle, bei einem etwas vertieften g^2, nicht entscheiden, welchem Ohr es angehörte. „Es schien genau mitten im Kopfe zu erklingen, hielt dabei ausnahmsweise volle 7 Minuten an und wiederholte sich eine gute Viertelstunde später in ganz gleicher Weise und Tonhöhe mit einer Dauer von fast 5 Minuten. An demselben Abend, wiederum $^3/_4$ Stunden später, erklang dann, entschieden im linken Ohr, das . . . ganz reine g^2, etwa eine Minute anhaltend."

Oppel hörte ungefähr doppelt soviel Töne links als rechts. Doch hätte sich dieser Unterschied vielleicht bei länger fortgesetzter Beobachtung ausgeglichen.

Aus der bestimmten Localisirung der subjectiven Töne im Organ kann man natürlich nicht ohne Weiteres schliefsen, dafs dort der Ursprung lag. Auch wenn sie durch Reizungen im Hörcentrum des Gehirns entstanden, würde die Verlegung ins Ohr psychologisch möglich bleiben.

Was die zeitlichen Verhältnisse betrifft, so wechselte die Dauer von weniger als einer Secunde bis zu mehreren Minuten, ganz ausnahmsweise sogar einer Stunde. Gewöhnlich währte der Ton nicht länger als 2—4 Secunden.

Dafs zwei variable Töne in einunddemselben Ohr zugleich auftraten, habe ich niemals beobachtet. Häufig aber, dafs ein Ton im linken Ohr mit dem constanten fis^3 des rechten zugleich erklang, wenn letzterer gerade merklich genug war oder künstlich zur Merklichkeit erhoben wurde. Seltener hörte ich auch im rechten Ohr gleichzeitig mit dem constanten Ton einen variablen (z. B. d^2, h^4). Manchmal schien vielmehr der constante durch einen im gleichen Ohr auftretenden variablen Ton (z. B. fis^2, dis^4) unterdrückt zu werden, während er vorher und nachher merklich war. Einmal hörte ich ungewöhnlich lang und stark rechts dis^4 und war fis^3 zunächst unhörbar, trat aber beim Ausklingen von dis^4 hervor, wobei dann noch einige Zeit beide gleichzeitig zu hören waren.

In wenigen Fällen folgte auf einen Ton unmittelbar oder mit sehr kurzer Pause ein anderer in demselben Ohr. So einmal rechts auf ein starkes d^4 ein schwächeres c^4, durch ein kurzes fis^3 (den constanten, zur Bestimmung von d^4 willkürlich verstärkten Ton) von d^4 getrennt. Ein anderes Mal auf ein dis^4 ein e^4, nur durch das unten zu erwähnende Signalgefühl getrennt. Beide Male also musikalisch benachbarte Töne, aber doch ohne jeden stetigen Uebergang und von festgegebener gleichbleibender Abstimmung.

Ziemlich häufig war es der Fall, dafs ein Ton während eines oder zweier Tage mehrmals in gleicher Höhe wiederkehrte; was mir nicht unwichtig scheint.[1] Bei der Statistik habe ich den Ton in solchen Fällen nur als Einen gezählt. Die Fälle betrafen

[1] Auch OPPEL hat, wie oben erwähnt, einmal eine doppelte Wiederkehr eines Tons mit Pausen von 1/4 und 3/4 Stunden beobachtet. Ein anderes Mal nahm er mehrere Abende hinter einander links den Ton d^3 wahr. In Fällen letzterer Art, wenn ein ganzer Tag dazwischen lag, habe ich zwei selbständige Fälle notirt.

meistens Töne der 4-gestrichenen Octave, doch auch einige Male solche der 2-gestrichenen.
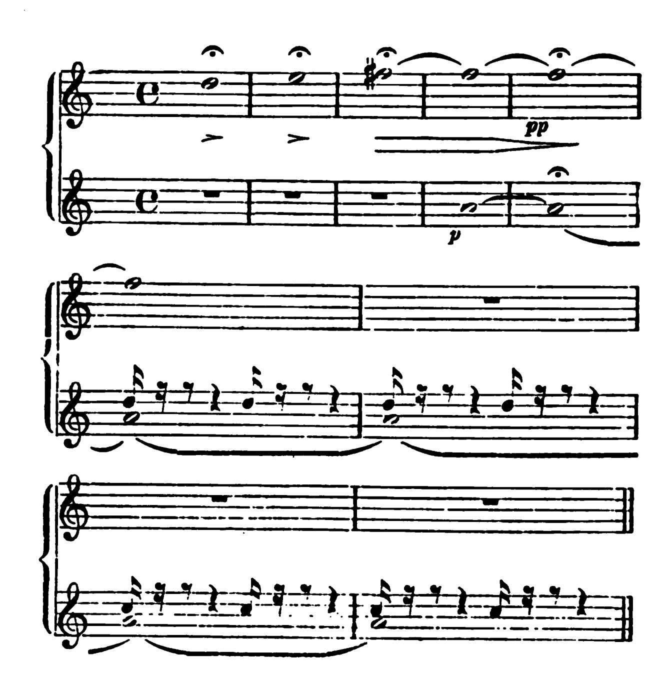
Musikalische Beobachtungen. In den sehr zahlreichen Fällen, wo ein variabler Ton mit dem constanten zugleich gehört wurde, hatte ich den vollen Eindruck des bezüglichen musikalischen Intervalls, des Quinte, Octave, Secunde etc. Auch der Gefühlscharakter des Intervalls war vollkommen so ausgeprägt, wie bei objectiven Tönen. Das Intervallurtheil war so leicht und sicher, daſs ich trotz der Kürze und relativ geringen Stärke der Töne sehr wohl unreine von reinen Quinten u. s. f. unterscheiden konnte. In einigen Fällen gelang es auch, noch während des Erklingens eines variablen Tons eine Stimmgabel an das Ohr zu halten, und das Intervall wurde sofort als „zu tiefe Quinte" u. dgl. erkannt.[1] Ich hebe dies besonders hervor, weil es zeigt, daſs das Wesen eines Intervalls und der Consonanz und Dissonanz nicht durch Obertöne bestimmt ist.

Bei den Dissonanzen, kleiner oder groſser Secunde, Tritonus u. s. f. hörte ich niemals eine Spur von Schwebungen. Und diese Beobachtungen waren besonders häufig zu machen, da die variablen Töne vielfach in der Nähe des constanten lagen und kleine oder groſse Secunden mit ihm bildeten. Auch dies ist bemerkenswerth, da es zeigt, erstlich daſs Dissonanz nicht in Schwebungen besteht, zweitens daſs Schwebungen nur zu Stande kommen, wenn mehrere objective Tonwellen (von nicht zu verschiedener Wellenlänge) auf einunddasselbe Ohr einwirken. Wären insbesondere „centrale Schwebungen" möglich, wie sie nach einigen neueren Autoren bei gleichzeitiger Erregung des rechten und des linken Ohres im Gehirn entstehen sollen, so würden sie auch in den ziemlich zahlreichen Fällen eingetreten sein, wo ich z. B. links e^3 und gleichzeitig das constante fis^3 des rechten Ohres hörte. Ich habe besonders auf solche Fälle geachtet, aber nie, auch in stillster Nacht nicht, das Geringste von Rauhigkeit bemerkt, wie deutlich auch der Eindruck der Dissonanz war.

---

[1] Eine Täuschung, die ebenfalls ihre Analogien bei objectiven Tönen hat, begegnete mir einmal, als d^2 rechts gleichzeitig mit dem constanten fis^3 erklang: ich hielt den Ton zuerst für a^1, indem ich eine (erweiterte) groſse Sexte zu hören glaubte. Intervalle von gleichem Verschmelzungsgrad und Gefühlscharakter können unter schwierigeren Umständen verwechselt werden, trotz der groſsen Ungleichheit der Tonabstände.

Einmal, bei einem starken Hals- und Nasenkatarrh, den ich mit Alaungurgeln behandelte, hörte ich in nächtlicher Stille folgende Musik:



Die Sext a^1—fis^2 war aber unrein, bedeutend zu scharf. Die Töne d^2, e^2, fis^2 folgten einander ohne Zwischenpause. Alles sehr leise, nur mit den angegebenen relativen Stärkeschattirungen. Sehr deutlich markirt waren die kurzen Noten. Doch hatte ich in diesem Moment nicht den Eindruck des Dreiklangs, die anderen Töne mögen für die Aufmerksamkeit oder die Empfindung momentan verschwunden gewesen sein. Die absolute Tonhöhe ist durch künstliche Verstärkung des fis^8 während der Erscheinung bestimmt.

Dies grenzt nun schon an Hallucination. Aber es trug Alles genau den Charakter der subjectiven Töne wie sonst und ich war in der nüchternsten Beobachterstimmung. Verwechselung mit etwaigen fernen objectiven Tönen ist mit Sicherheit ausgeschlossen.

Begleitende Umstände und Veranlassungen. Mit grofser Regelmäfsigkeit ging einem Ton unmittelbar voraus ein

schwer beschreibbares Gefühl im Ohre, das ich, medicinisch gesprochen, eine Aura des Ohres nennen möchte. Ich merkte bestimmt, dafs etwas im Ohr vorgehe, und hatte zugleich den Eindruck absoluter Stille in diesem Ohr, ähnlich wie wenn ein gleichmäfsiges Geräusch für einige Secunden aussetzt. Vielleicht setzt in der That das constante, uns unmerkliche innere Geräusch währenddessen aus und wird der Unterschied dadurch fühlbar. Dieses Gefühl diente mir als untrügliches Signal für das Auftreten eines subjectiven Tones. Nicht gerade immer ging es voraus, aber wenn ich es bemerkte, war ich sicher, dafs nun ein Ton erscheinen werde. In manchen Fällen, wo dieser äufserst schwach war, wäre er mir ohne das Signal sicherlich entgangen.

Die Töne traten vorwiegend auf in Zuständen der Anämie, Nervosität, Abspannung, nach schlechten Nächten, deren Zahl Legion war, ferner bei katarrhalischen Affectionen des Halses oder Erkältung des Kopfes, nach dem Genufs starker alkoholischer Getränke, nach angreifenden Bädern. Sehr häufig, wenn eine Disposition durch eine der genannten Ursachen gegeben war, wurde ein Ton ausgelöst durch rasche, kräftige Bewegung, Bücken, Turnen, Ausrecken oder auch nur Umdrehen im Bette, Aufstehen vom Stuhl, Treppensteigen, durch Niefsen, Schneuzen, Gurgeln, Durchbeifsen einer harten Speise u. dgl. Aber es bedurfte nicht solcher besonderen Reize, die Töne kamen auch sehr oft ohne erkennbaren Anlafs, am Schreibtische, auf dem Sopha.

Einmal hörte ich auch im Traume rechts zwei subjective Töne, einen nach dem anderen, ziemlich tief. Ich träumte mich docirend auf dem Katheder, kam aber mit der Rede in schlimme Verwirrung und hörte in diesem peinlichen Zustand die Töne. Unmittelbar darauf erwachte ich. Wahrscheinlich waren sie wirklich empfunden worden.

Ueber das Zustandekommen der variablen subjectiven Töne dürfte sich vorläufig noch viel weniger als über das des constanten Tones eine bestimmte Vorstellung formuliren lassen. Man könnte zunächst wieder an local erregte Schwingungen im Mittelohr denken. „Es ist gewifs möglich, sagt Hensen, dafs in den kleinen Gefäfsen durch Reibung des Blutes leise Töne entstehen, die bei directester Zuleitung zum Ohr, bei günstigster

Spannung z. B. der Steigbügelmembran, hörbar werden können."[1] Indeſs wahrscheinlich ist mir diese Entstehungsweise für die variablen subjectiven Töne nicht. Sie sind nämlich den Einflüssen, welche das constante *fis*[3] schwächen oder verstärken (o. S. 31), nicht zugänglich. Ich habe allerdings in früheren Jahren leider versäumt, darüber besondere Versuche zu machen, da mich diese Töne nie belästigten, habe aber in letzterer Zeit hinreichend oft die Probe angestellt, um sagen zu dürfen, daſs ein solcher Ton durch Druckveränderung im Mittelohr ebensowenig wie durch Compression der Carotis beeinfluſst wird. Hierdurch allein schon wird es wahrscheinlich, daſs die Entstehungsursache dieser Töne nicht im Mittelohr zu suchen ist.

Wenn man nun HELMHOLTZ' Lehre von der Schneckenclaviatur folgt, so würde man annehmen können, daſs einzelne Fasern oder kleine Fasergruppen der Basilarmembran, die sonst durch eine bestimmte äuſsere Schwingung erregt werden, hier durch einen im Labyrinth selbst entstandenen Reiz getroffen werden und den Ton erzeugen, auf den sie abgestimmt sind. Daſs keine tieferen Töne auftreten, müſste man daraus ableiten, daſs solche Reizungen bez. Schädlichkeiten sich nicht in die weiter zurückliegenden Theile der Schnecke verbreiten; denn die Fasern für die tieferen Töne sollen ja gegen die Schneckenkuppel hin liegen. Aber schwer bleibt es (abgesehen von anderen Schwierigkeiten der Theorie), sich einen inneren Reiz zu denken, der nur Eine oder nur so wenige Fasern auf einmal erregte, daſs ein so genau bestimmter einzelner Ton gehört werden müſste. Warum käme es gar nicht vor, daſs einmal z. B. der ganze Tonbezirk c^1 bis e^1 subjectiv zugleich erklänge? Solche Fälle müſsten eigentlich die Regel sein, wenn es sich um mechanische Reizungen der Nervenendigungen handelte. Wollte man sagen, daſs solche Reizungen einer ganzen Fasergegend sich der Empfindung als bloſse Geräusche darstellen, so könnte ich diese Geräuschtheorie

---

[1] HENSEN in HERMANN's *Handbuch d. Physiologie* 3 (2), 123. HENSEN macht dann noch einen Zusatz zu der Hypothese, „da der Tinnitus eine sich ziemlich gleichbleibende Tonhöhe hat". Die auſserordentliche Verschiedenheit der Tonhöhen scheint ihm also unbekannt geblieben zu sein. Ebenso GOLDSCHEIDER, als er sagte: „Das spontan auftretende einseitige Ohrenklingen muſs Verwunderung erregen, insofern es stets in Einer Höhe erscheint" (Gesamm. Abhdl. I, 14).

selbst nicht sehr befriedigend finden; auch sind solche variable und momentane Geräusche kaum jemals, jedenfalls von mir nicht, beobachtet. Subjective Geräusche pflegen nicht so schnell wie diese subjectiven Töne zu verschwinden.[1]

Hält man sich aber nicht an HELMHOLTZ' Vorstellungsweise, sondern etwa an die von M. MEYER neuerdings ausgebildete, wonach keine Abstimmung einzelner Nervenendorgane erforderlich wäre, so scheint für eine Erklärung dieser Töne aus Reizungen im Labyrinth vollends jede feste Handhabe zu fehlen.

Sieht man endlich von Reizungen im Labyrinth überhaupt ab und verlegt die Entstehung ins Gehirn, so begiebt man sich noch mehr ins Reich der Hypothesen, wo vieles denkbar, nichts aber in höherem Grade wahrscheinlich zu machen ist.

Jedenfalls dürften die vorstehenden Beobachtungen unter den Thatsachen, mit denen eine Theorie des Hörens rechnen mufs, eine Stelle verdienen. Man hat dabei bisher auf subjective Töne nur nebenher Rücksicht genommen, weil eben nur sehr wenige Beobachtungen darüber zur Verfügung standen.

III. Rhythmisches Intermittiren von Tönen und Geräuschen.

Eine Zeit lang, als eine besonders starke Disposition für den constanten Ton *fis*³ vorhanden war (1883), bemerkte ich regelmäfsig, dafs äufsere Geräusche, wie das des Regnens, sobald der Ton auftrat, einen mit dem Pulsschlag coincidirenden Rhythmus annahmen. Aus den früher erwähnten Beobachtungen (S. 32)

---

[1] Hier sei eine Selbstbeobachtung E. HERING's erwähnt, die mir dieser berühmte Physiologe 1884 mittheilte. Er hörte seit mindestens einem Jahr einen äufserst hohen, nicht mehr auf dem Clavier vertretenen, Ton von constanter Höhe, so stark, dafs das Geräusch auf der Strafse oder in einer durcheinander sprechenden Gesellschaft ihn nicht unterdrückte. Aber es schien ihm eher eine Verbindung mehrerer nahe beisammen liegender Töne zu sein als ein einzelner Ton. Dies würde also ein Fall der verlangten Art sein. Doch gab HERING selbst im Hinblick auf sein nur wenig ausgebildetes musikalisches Gehör die Aussage nur mit Reserve. Daher ist auf den einzelnen Fall nicht zu viel Gewicht zu legen.
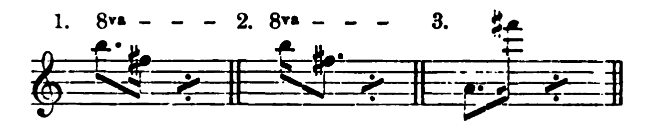
HERING fügte noch bei, dafs der Ton zuweilen auf einige Augenblicke völlig aussetze, „ähnlich wie wenn einer Athem schöpft, um dann wieder mit voller Lunge anzufangen". Dies erschien ihm besonders räthselhaft. Er hielt einen Zusammenhang mit dem Blutumlauf für wahrscheinlich, beobachtete jedoch kein Pulsiren des Tones.

ist zu schliefsen, dafs hierbei in den jeweilig entgegengesetzten Stadien (und zwar wohl bei der Systole) der subjective Ton hervortrat, also gleichfalls intermittirte, obschon mir dessen Intermittenz nicht gesondert zum Bewufstsein kam. Bei höchster Stärke des Tons trat aber die Intermittenz nicht ein und das objective Geräusch verschwand ganz.

In vereinzelten Fällen war auch ein sehr rasches Zittern des Tons bei zugehaltenem Ohr bemerkbar.

1889, als nach einem Fall auf die linke Kopfseite eine äufserst heftige Entzündung des rechten Mittelohrs aufgetreten war und man das Trommelfell hatte durchbohren müssen[1], unterschied ich in dem subjectiven Geräusch, das in diesen Tagen beständig zu hören war (fernem Regnen ähnlich), zwei Töne zugleich, das gewöhnliche *fis*^{3} und ein schwächeres *h*^{3}. Diese Klangmasse intermittirte etwa 200 Mal in der Minute mit absoluter Regelmäfsigkeit. Tags darauf vernahm ich, nachdem das Mittelohr ausgeblasen worden, in dem Geräusch nur *fis*^{3}, aber in anderem Rhythmus intermittirend, 116 in der Minute. Der Puls war 66. Ich stellte fest, dafs die Zahl der Intermittenzen nicht etwa das Doppelte der Pulszahl betrug, indem die Pulsschläge zeitweilig mit dem Tonrhythmus coincidirten, dann wieder nicht, wie bei zwei ungleich tickenden Uhren. Die Zahl 116 fand ich auch in den nächsten fünf Tagen unverändert. Dann verschwand die Erscheinung.

Acht Tage später vernahm ich dagegen in nächtlicher Stille ein Intermittiren des *fis*^{3}, das genau mit dem Puls zusammenfiel, so zwar, dafs der Ton in der Puls p a u s e auftrat, beim Pulsschlag selbst aber ein um eine Quarte höherer, das vorhin erwähnte *h*^{3}. Ebenso in den drei folgenden Nächten. In Noten wie bei 1, auch wohl einmal wie bei 2:



[1] Die Natur der Erkrankung schien den Aerzten ziemlich räthselhaft, Nach der Anschauung des behandelnden Ohrenarztes Dr. Hessler (Halle) waren vermuthlich Splitterungen in der Knochenmasse des Felsenbeins eingetreten. Aus dem Ohr kam wochenlang eine eigenthümliche unangenehm riechende Flüssigkeit. Die in der *Zeitschr. f. Ohrenheilkunde* **10**, 171 und **17**, 65 beschriebenen Fälle sind wohl von ähnlicher Art gewesen.

Weitere sechs Tage später, als *fis*^{3} wieder mit dem Puls intermittirte, hielt ich die a^1-Gabel vor das Ohr und hörte sie nun abwechselnd mit dem subjectiven Ton, wie bei 3.

Die letzteren Beobachtungen machte ich auch bei einer zweiten, wenige Monate nachher auftretenden Entzündung, diesmal des linken Mittelohrs (s. u.). Aber auch das intermittirende Geräusch trat wieder auf (es war auch wieder Paracentese gemacht worden), und zwar mit der Frequenz 208 in der Minute, an folgenden Tagen 216, 240, und wieder 208. Einmal aber mit aufserordentlicher Schnelligkeit: ich berechnete 912 in der Minute (nach Zählung in Abtheilungen zu je vier Doppelschlägen).

Beobachtungen über rhythmische Intermittenzen, namentlich mit dem Puls zusammenfallende, sind auch sonst oft gemacht [1], doch wollte ich diese nicht übergehen, da sie vielleicht einmal bei der Erklärung der subjectiven Erscheinungen mit in Betracht kommen.

IV. Doppelthören. [2]

Bei der erwähnten zweiten Ohrenentzündung (die nach Ansicht des Arztes aufser Zusammenhang mit der ersten und ein infectiöser Katarrh war) hatte ich eine Stunde nach der Durchstechung des Trommelfells, die mir furchtbaren Schmerz gemacht hatte, um mich zu beruhigen, einige Modulationen in tiefer Lage des Claviers gespielt, ohne etwas Besonderes zu be-
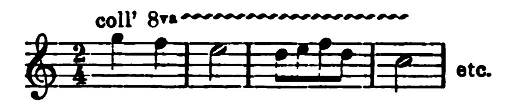
---

[1] Ueber so rasche und vom Puls abweichende Intermittenz ist mir jedoch nur Eine Beobachtung bekannt, und zwar von einem Patienten, der an Doppelthören litt. Sie findet sich in der kürzlich erschienenen Arbeit von H. Daae in der *Zeitschr. f. Ohrenheilk.* 25, 266: „Vibriren im Ohr, 280 mal in der Minute, Puls 84".

[2] Wir reden hier nur von ungleichseitigem Doppelthören (Diplacusis binauralis). Es giebt auch ein Doppelthören mit einunddemselben Ohr, worüber neuerdings Teichmann eine interessante Selbstbeobachtung mitgetheilt hat (*Zeitschr. f. Ohrenheilkunde* 1898, 34, 44). Er hört bei schwachem Erklingen der Stimmgabel c^4 beiderseits immer ein a^3 mitklingen, auch bei sonst normalem Zustand der Ohren, doch besonders bei nervöser Reizbarkeit und stärker rechts als links.

Die Ursachen für gleichseitiges und für ungleichseitiges Doppelthören könnten sehr ungleicher Art sein.
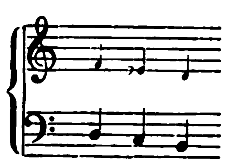
merken. Nach einer weiteren Stunde aber, als mein Söhnchen eine einfache Melodie in Octavengängen übte



fiel mir sofort auf, dafs es falsch klang; und zwar war der untere Octaventon zu tief gegen den oberen. Bei der Untersuchung am Clavier zeigte sich, dafs diese subjective Verstimmung von c bis c^4 reichte, also vier Octaven umfafste. Jeder einzelne Ton des Claviers wurde doppelt gehört, mit dem gesunden Ohr in seiner gewöhnlichen, mir wohlbekannten und zu den unteren Clavierregionen stimmenden Höhe, mit dem kranken tiefer. Dieser „Pseudoton" war zugleich schwächer. Doch nahm gegen die Mitte der genannten Zone seine Stärke ebenso wie seine Abweichung vom richtigen Ton zu. In der mittleren Abtheilung $e^1 - c^2$ erreichte die Verstimmung $^3/_4$ Ton. Der Pseudoton hatte hier zugleich etwas Schwankendes und erschien wie ein verfälschtes inneres Echo, das sich sofort dem richtigen Ton beimischte. Eine a^1-Gabel, abwechselnd an das rechte und linke Ohr gehalten, klang links gut $^3/_4$ Ton tiefer. Bei einem Stimmpfeifchen derselben Tonhöhe hörte ich ein fast reines g^1 mitklingen, das links localisirt und der Klangfarbe nach heller, dünner als a^1 war.[1]

Ich hatte hierbei den Eindruck der abscheulichsten Dissonanz, hörte aber keine Spur von Schwebungen.

An der unteren Grenze der genannten Zone, wo die Verstimmung verschwand, war das Mitgehen eines schwachen höheren Tones, der kleinen Decime, auffallend; in dieser Weise:



[1] Dieser Wechsel der Verstimmung mit der Klangfarbe, der auch in anderen Fällen beobachtet ist (s. m. Tonpsych. I, 268, Burnett), darf nicht zu der Meinung verleiten, als handle es sich hier überhaupt nur um Urtheilstäuschungen. Aber es ist wahrscheinlich, dafs nicht die Klangfarbe als solche, sondern die Stärke den Unterschied bedingte.

Weiter untersuchte ich die Wirkung beim Aufsetzen der Stimmgabel auf verschiedene Theile des Schädels.

Auf den Scheitel gesetzt gab sie einen zwischen dem normalen und dem verstimmten Ton, doch mehr nach dem letzteren hin liegenden, auch im Kopfe mehr links localisirten Ton, verknüpft mit einem nur ganz schwachen Eindruck der Falschheit, aus dem allein ich aber nicht auf einen Doppelton geschlossen haben würde.

Auf die rechte Schläfe gegen vorn hin gesetzt gab sie einen stärkeren Mittelton, der aber auch mehr links im Kopfe zu liegen schien, ohne deutliche Beimischung von Unreinheit. Daſs er in der Tonreihe zwischen beiden Tönen lag, lieſs sich leicht durch Vergleichung mit den Tönen, die die Stimmgabel vor jedem Ohr gab, erkennen.

Weiter gegen das rechte Ohr, einen Finger breit vom Tragus, spaltete sich der Ton; beide Töne waren gleichzeitig gesondert zu hören und auch gesondert localisirt; der linke erschien wie ein näselnder Beiton. Auf dem Tragus selbst wurde nur der Normalton gehört. Aber in dieser Gegend war die Erscheinung sehr wechselnd bei kleinen Verschiebungen, offenbar wegen der Verschiedenheit der Knochenleitung von einzelnen benachbarten Punkten aus.

An der linken Schläfe vorn war die Erscheinung ähnlich wie auf dem Scheitel, hauptsächlich der tiefere Ton hörbar, der normale nur schwach beigemischt. Näher gegen das linke Ohr nur der tiefere, besonders beim Ausklingen. Auf dem linken Tragus war zuerst, wenn die Gabel noch sehr stark klang, der Eindruck der Falschheit unverkennbar, noch mehr auf dem benachbarten Gelenkfortsatz des Unterkiefers, wo sogar der Ton momentan auf das rechte Ohr übersprang und sich merklich erhöhte, während unmittelbar daneben auf Theilen mit fleischiger Unterlage mehr der Pseudoton dominirte. All dies begreift sich unschwer aus den Verhältnissen der Knochenleitung von Ohr zu Ohr.

Schwebungen waren auch in diesen Fällen niemals zu bemerken.

Den Ton der eigenen Singstimme konnte ich nicht eigentlich doppelt hören; ich hörte nur verschiedene höhere Töne im linken Ohr mitklingen, die möglichst schlecht dazu paſsten. Sie lagen, soweit ich beobachten konnte, in der 2-gestrichenen Octave,

waren aber nicht sehr stark, so dafs ich sie zuerst überhörte. Beim Sprechen war nichts Besonderes zu bemerken. Beim Sprechen Anderer dagegen entstand ein höchst auffälliges äffendes Mitklingen im linken Ohr. Jeder Vocal wurde dort noch besonders gehört, in anderer Färbung, dünner. Anfänglich schien auch die Tonhöhe tiefer; bei genauerer Beobachtung (die Tonhöhe des Sprechens läfst sich ja schon wegen der Schnelligkeit und Inconstanz der Töne schwer erkennen) schien mir der Ton der gleiche wie rechts, nur heller; am auffallendsten bei Frauen und Kindern. Aehnliche Erscheinungen werden von Patienten oft berichtet und als „Echo" bezeichnet. Es war in der That wie eine ferne Stimme, die doch zugleich als unmittelbar nah empfunden wurde; dem Charakter nach fern (d. h. von solcher Klangfarbe und Stärke, wie wir sie sonst auf ferne Stimmen beziehen), der Oertlichkeit nach nah. Man könnte es auch mit einer durchs Telephon gehörten Stimme vergleichen.

Am folgenden Tage waren die Erscheinungen noch unverändert. Gegen Abend kam das obenbeschriebene intermittirende Geräusch. Am dritten Tag war die Verstimmung nur stellenweise noch merklich, besonders zwischen f^2 und c^3, aber auch da mehr als etwas vertiefter Nachhall im linken Ohr. Das stärker gewordene Geräusch war der Beobachtung hinderlich. Die Differenz betrug nur etwa $^1/_4$ Ton. Das kranke Ohr war nun auch stark schwerhörig geworden, die Taschenuhr nur dicht vor dem Ohr wahrnehmbar, während ich sie sonst leicht auf einen Meter Entfernung höre. Das Trommelfell sehr geröthet, fast schwarz; eine Hyperämie, die sich jedenfalls auch ins Labyrinth erstreckte.

Als die Ohren einige Jahre später wieder untersucht wurden, fand sich Alles normal, auch die Hörschärfe. —

Einen Fall des Doppelthörens hat auch der vorzüglich musikalische Dr. R. Biedermann (vgl. *Zeitschr. f. Psychol.* XVIII, S. 91 f.) an sich selbst erlebt und auf meinen Wunsch näher untersucht. Es war etwa ein Vierteljahr nach einer Periode hoher Nervosität, als er sich wieder ganz gesund fühlte, nichts momentan Aufregendes erlebt und auch keinen katarrhalischen Zustand hatte. Die nächste Ursache könnte in Violinübungen gelegen haben, wobei er viel in höheren Lagen spielte. Dabei werden die Töne sehr nah am linken Ohr erzeugt, in welchem denn auch die Verstimmung eintrat. Diese betrug beim a^2 eine volle Quarte

nach oben hin, der Ton wurde als d^3 gehört, weiter hinauf nahm die Differenz ab und betrug von d^3 an bis a^3 nur mehr einen Halbton. Der Verlauf nach unten von a^2 und die beiderseitigen Grenzen sind nicht angegeben. Am folgenden Tage fand sich die Verstimmung noch ebenso.

BIEDERMANN sagt aus, dafs er Aehnliches schon früher erlebte, beispielsweise als er 1 ½ Jahre vorher sehr viel Violine übte und zugleich unsere Versuche über die Reinheit von Terzen an Zungenapparaten mitmachte. Damals trat das Doppelthören gleichfalls direct nach dem Spielen hoher Töne auf, als er ans Fenster in die kalte Luft trat. Die Verstimmung betraf ebenfalls die hohe Region, hatte aber nicht die Gröfse wie das letzte Mal. Von g^3 nach e^3 heruntergehend schien ihm Alles wie g^3 zu klingen, also g^3 unmittelbar in e^3 überzugehen.

Zur Erklärung des Doppelthörens weifs ich hier nichts Neues beizubringen.[1] Man hat es in der letzten Zeit öfters auf das Mittelohr zurückführen wollen[2], ohne aber genauer anzugeben, wie Veränderungen der Tonhöhe bis zu einer Quarte und Quinte durch die Leitungsapparate hervorgebracht werden sollen. Die Erscheinungen gehören, wie die der subjectiven Töne, zu denjenigen, an welchen eine Theorie des Hörens sich zu erproben hat. Dazu müssen sie aber vor Allem genau beobachtet sein, und hierfür kann ich in den vorliegenden Fällen einstehen.

---

[1] Vgl. Tonpsych. I, 274f. die Deutung auf Grund der HELMHOLTZ'schen Lehre.

[2] H. DAAE in der S. 117 citirten Arbeit. CAPEDER, Zur Casuistik der Diplacusis binauralis, Basler Dissert. 1895 (Verstimmungen im Betrag einer Terz, einer Quinte). Dieser Autor vermuthet theils Labyrinthläsionen, theils Mittelohraffectionen, und beruft sich für letzteren Fall auf die Modification eines Tons durch den VALSALVA'schen Versuch, fügt aber selbst bei, dafs diese nur ¼ — ½ Ton betrage.

Die Bestimmung der unteren Hörgrenze.

Von

KARL L. SCHAEFER.

Die tiefsten Töne können wie alle anderen durch pendelförmige Luftschwingungen hervorgebracht werden, Differenztöne sein oder durch regelmäfsig aufeinander folgende Unterbrechungen von Tönen entstehen. Die untere Hörgrenze mufs daher für alle drei Gattungen gesondert aufgesucht werden.

I.

Will man feststellen, wieviel Sinusschwingungen des uns umgebenden Mediums zu einer Tonwahrnehmung genügen, so mufs man vor allen Dingen mit Schallquellen operiren, die frei von Obertönen sind. Diese unabweisliche Forderung ist von den Forschern vor HELMHOLTZ ganz aufser Acht gelassen worden, weshalb ihren Untersuchungen keine Bedeutung für unser Thema zukommt. Erst HELMHOLTZ[1] machte den Versuch, sehr tiefe Töne ohne Obertöne herzustellen. Er belastete Saiten mit Metallstücken, so dafs sie beim Anschlagen nur hohe unharmonische Obertöne gaben, die mit dem Grundton nicht zu verwechseln waren, und fand, dafs schon das D_1 von 37 Schwingungen nur eine schwache Empfindung hervorrief, während bei dem B_2 von 34 Schwingungen kaum noch etwas zu hören war.[2] Ob es bei solchen Experimenten mit Saiten nicht doch vielleicht zur Bildung von Obertönen in der umgebenden Luft kommen kann, möge hier dahingestellt bleiben. Jedenfalls waren diese Saitentöne zu

[1] D. Lehre v. d. Tonempfindungen. 4. Ausg. 1877. S. 294.

[2] Da das Verhältnifs $B_2 : D_1$ nicht gleich 34 : 37 sein kann, so mufs hier ein Irrthum bezüglich der Zahlen oder Buchstaben vorliegen.

schwach. Je mehr man sich der unteren Hörgrenze nähert, um so geringer wird selbst bei gleicher und sogar wachsender Amplitude die subjective Intensität der Töne. Der tiefste, mit irgend einem Instrument herstellbare Ton kann daher leicht nur darum der tiefste sein, weil ein noch tieferer nicht in genügender Stärke zu erzeugen ist. Man mufs deswegen bei der Bestimmung der unteren Hörgrenze darnach trachten, möglichst laute Töne zu erhalten.

W. PREYER [1] bediente sich in richtiger Erkenntnifs dieses Umstandes einer Serie von Metallzungen, die in einem von ihm als Grundtöne-Apparat bezeichneten Blasebalgkasten zusammengestellt waren und der Reihe nach die Schwingungszahlen 8, 9, 10 . . . . . . bis 40 hatten. Oberhalb 32 konnte „der Grundton, wie ihn die Stimmgabeln geben, im Klange gehört werden, trotz der sehr zahlreichen und starken Obertöne. Anders unterhalb 26. Hier hört auch der Aufmerksamste und Geübteste schwerlich ohne Weiteres im Klange den Grundton durch. Läfst man aber die Zunge ausklingen und legt man die Ohrmuschel im Augenblick, da alles Dröhnen erlischt, fest an die Holzwand des Kastens, so hört man mit Leichtigkeit vollkommen deutlich einen eigenthümlichen ganz tiefen summenden Ton, der nach und nach an Intensität abnimmt, bis er plötzlich verschwindet, dann nämlich, wenn die pendelnde Zunge schwächer schwingt und nahezu wieder in ihre Gleichgewichtslage zurückgekehrt ist.“ PREYER meint, es sei sicher, dafs die Empfindung wirklich durch die Schwingungen des Grundtones direct verursacht werde. „Denn der Ton stimmt völlig überein mit dem gleich hohen der grofsen Stimmgabeln und aufserdem ist das Gehörte sehr viel tiefer als irgend ein Oberton in dem Klange war, ehe er erlosch.“ Aber diese Beweisführung ist gewifs nicht zwingend. Dafs ein Zungenton mit einem Stimmgabelton völlig übereinstimmt, kann ebensogut auf dem alleinigen Vorhandensein der gleichen Obertöne beruhen, und wenn die Tonempfindung, während die Zunge ausschwingt, viel tiefer wird als vorher, so wird zur Erklärung auch die Annahme genügen, dafs mit der Verringerung der Amplitude von den ursprünglich zahlreichen Obertönen des unhörbaren Grundtones nach und

[1] Ueber d. Grenzen d. Tonwahrnehmung. Jena 1876. Cap. I: D. tiefsten Töne. S. 8.

nach die höchsten und höheren, aber nicht alle, verschwinden. PREYER giebt weiter an, dafs die Tiefe des seiner Meinung nach isolirten Grundtones mit abnehmender Schwingungszahl für alle Normalhörigen eben merklich zunehme bis 24, und scheint daraus zu folgern, dafs ein Hinaufschnellen der Tonhöhe es hätte verrathen müssen, wenn unter 24 die Zungen angefangen hätten, statt ihrer Grundtöne Obertöne zu geben. Es kommen indessen in der untersten Tonregion die ärgsten Irrthümer bei Höhenurtheilen vor. Aber auch den idealen Fall gesetzt, wir hätten 40 Stimmgabeln oder Zungen von 11, 12 u. s. w. bis 50 Schwingungen, die alle eine Tonempfindung hervorzurufen vermöchten, und könnten von der höchsten ausgehend, jede folgende für sicher tiefer als die vorige erklären, so wäre damit nicht bewiesen, dafs zuletzt wirklich der Ton 11, sei es allein oder mit seinen Obertönen, percipirt würde. Die Verhältnisse könnten auch folgendermaafsen liegen. Die Gabel 50 mag noch, wie in den höheren Octaven, ihren Grundton lauter hören lassen als die Obertöne 100 und 150. Wenn nun etwa die Gabel 34, dem oben angeführten Versuche HELMHOLTZ' gemäfs, den Ton 34 nur noch ganz schwach neben 68 und 102 erzeugt, so klingt sie wohl relativ zu hoch, nämlich höher als sie sein würde, wenn die Intensitäten von Grundton und Obertönen im üblichen Verhältnifs ständen, kann aber trotzdem tiefer klingen als die Gabel 50, weil die sämmtlichen Componenten ihres Klanges einzeln tiefer sind als bei jener. Ebenso kann dann aber die Gabel oder Zunge 30, selbst wenn sie gar nicht mehr den Grundton, sondern nur noch die Obertöne 60 und 90 hervorbringt, tiefer erscheinen als 34, da 60 und 90 tiefer sind als 68 und 102 und das den letzteren noch beigesellte Minimum von 34 als zu schwach wohl ohne Einflufs bliebe. So käme man schliefslich dahin, dafs die Gabel 11 tiefer wäre als alle anderen, obgleich ihr Klang vielleicht erst mit der Duodecime beginnen würde. Diese Auffassung setzt freilich voraus, dafs an der unteren Tongrenze die Obertöne den Grundton an Stärke entsprechend überwiegen. HELMHOLTZ hat aber auch durch Versuche mit der Doppelsirene gezeigt, dafs es sich in der That so verhält.[1]

Die von A. J. ELLIS an einem zweiten Exemplar des Grundtöne-

---

[1] a. a. O. S. 291 u. 292.

Apparates gewonnenen Resultate[1] weichen von denen Preyer's, welche sie bestätigen sollen, doch einigermaafsen ab. Ellis hörte schon bei 9 etwas wie einen Ton und hatte zwischen 10 und 15 bereits deutliche Tonempfindungen, die er freilich den Obertönen zuschreibt. Er nahm auch Schwebungszählungen vor und überzeugte sich unter anderem davon, dafs die Zunge 15 wirklich den objectiven Grundton von 15 Luftstöfsen pro Secunde gab. Damit ist natürlich nicht bewiesen, dafs die zugehörige subjective Empfindung auch factisch von diesen Stöfsen herrührte. Ueberhaupt gelten alle oben gegen Preyer's Ausführungen erhobenen Bedenken auch Ellis gegenüber.

Wo es auf das Fehlen von Obertönen ankommt, sind Stimmgabeln den Zungen entschieden vorzuziehen. Aber auch sie bieten nicht so ohne Weiteres eine Gewähr dafür, dafs man es nur mit dem Grundton zu thun hat. Das haben Untersuchungen von Helmholtz, Preyer, Stumpf[2] u. A. zur Genüge dargethan, welche uns hier insofern besonders interessiren, als Bezold[3] angiebt, dafs eine Edelmann'sche Gabel von 11 Schwingungen noch von manchen Personen gehört werde. Obertöne wären dabei selbst von einem geübten Ohre nicht zu vernehmen, und die graphische Aufzeichnung der Schwingungen ergäbe eine reine Sinuscurve. Ferner ginge der Mangel der Obertöne bei den Edelmann'schen Gabeln aus gewissen Beobachtungen an Ohrenkranken hervor. „Es existiren nämlich einige häufig vorkommende . . . Erkrankungsformen des Ohres, bei welchen wir constant einen gröfseren oder kleineren vollkommenen Hördefect am unteren Ende der Tonskala nachweisen können. Wir überzeugen uns nun, wenn wir diese Kranken mit den unterhalb ihres unteren Grenztones liegenden Stimmgabeln untersuchen, dafs innerhalb ihres pathologischen Defectes nicht nur der Grundton der in den Defect fallenden Stimmgabeln ausgefallen ist, sondern dafs die Kranken, wenn wir nur das Auge

---

[1] Preyer, Akust. Unters. Jena 1879. Cap. I. Tiefste Töne ohne Obertöne. S. 6 ff.

[2] Ueber die Ermittelung von Obertönen. *Annalen d. Physik u. Chemie* (N. F.) 57, 674. 1896.

[3] Demonstration einer continuirlichen Tonreihe zum Nachweis von Gehördefecten, insbesondere bei Taubstummen, und die Bedeutung ihres Nachweises für die Helmholtz'sche Theorie. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **13**, 162 ff.

ausschliefsen, keine Ahnung davon haben, ob überhaupt die in starke Schwingungen versetzte Gabel direct vor dem Ohre sich befindet oder nicht. Es ist daher auch diese pathologische Hörgrenze meist sehr scharf, bis auf einen halben Ton zu bestimmen." „Da aber die betreffenden Kranken mit Hördefect am unteren Ende der Tonskala (für die Luftleitung) ein um so vollkommeneres Gehör besitzen, je höher wir in der Skala hinaufsteigen, wie wir uns durch Prüfung mit den in der Reihe ja ebenfalls enthaltenen höheren Stimmgabeln überzeugen können, so dürfen wir auch schliefsen, dafs Obertöne, zum mindesten soweit sie für die Hörprüfung in Betracht kommen, in den tiefen Stimmgabeln der vorliegenden Tonreihe nicht vorhanden sind." Verstehe ich den Autor hier recht, so meint er, dafs wenn ein Kranker z. B. von einer Gabel mit 12 Schwingungen schlechterdings keine Empfindung habe, dagegen die Gabel 24 höre, erstere nicht 24 als zweiten Theilton enthalten könne. Aber mufs es denn gerade der Grundton der Gabel 24 sein, der ihre Perception veranlafst? Mir scheint der umgekehrte Schlufs ebenso berechtigt, dafs der Patient die Gabel 12 nicht wahrnimmt, obwohl sie die Obertöne 24 und 36 hervorbringt, und erst die Gabel 24 hört, weil er im Stande ist, ihren Oberton 48 zu percipiren. Jedenfalls ist dieses aus der Ohrenheilkunde entnommene Argument BEZOLD's für das Fehlen der Obertöne bei den EDELMANN'schen tiefsten Gabeln ebensowenig beweiskräftig, wie das Urtheil des blofsen Ohres, das ganz trügerisch ist, und die a. a. O. abgebildete Schwingungscurve, welche allerdings so aussieht, als ob sie nur aus dem Grundtone bestände, aber immerhin die Möglichkeit offen läfst, dafs die Obertöne sich erst in der Luft bilden.

Somit ist es bisher nicht exact erwiesen, dafs Sinustöne von 16 und vielleicht noch etwas weniger Schwingungen hörbar sind, und ein solcher Beweis dürfte überhaupt schwer zu erbringen sein. Denn das souveräne Mittel zur Beseitigung von Obertönen, nämlich ihre Vernichtung durch Interferenz, ist ja leider gerade in der tiefsten Region deswegen nicht anwendbar, weil die Interferenzröhren eine solche Länge erhalten müfsten, dafs dadurch die aufserordentlich leisen tiefsten Grundtöne mit ausgelöscht werden würden. Doch soll die Möglichkeit, dafs Pendelschwingungen von so geringer Zahl noch eine Tonempfindung auszulösen vermögen, keineswegs in Abrede gestellt werden.

Im Gegentheil dürfte das Ergebnifs des dritten Abschnittes dieser Untersuchung durchaus für dieselbe sprechen.

II.

Während von der ganzen langen Reihe der einfachen Töne nur einer der tiefste sein kann, wäre es a priori möglich, dafs tiefste Differenztöne von verschiedener Höhe vorkämen. Es könnte beispielsweise in der kleinen Octave der tiefste Differenzton bei einer geringeren Zahl von Schwebungen auftreten, als in der sechsgestrichenen. Dieser Umstand macht es nöthig, die untere Hörgrenze für Differenztöne in einer das ganze Tonreich berücksichtigenden Serie von Versuchen zu bestimmen.

Bisher liegen Beobachtungen über tiefste Differenztöne nur vereinzelt vor. PREYER[1] konnte den Differenzton 32 ebenso bei den Tönen 1024 und 992 wie in tieferen Lagen sofort erkennen. Im Allgemeinen war der Differenzton 24 gleichfalls noch deutlich; bei 18 wurde aber die Wahrnehmung zweifelhaft, und bei 12 war in der Regel keine Spur mehr zu bemerken. Nur unter besonders günstigen Umständen ergaben Metallzungen von noch nicht 16 Schwingungen Unterschied, wie 500 und 512, einen sehr tiefen Ton, von dem PREYER indessen meint, dafs er ein Combinationston von Obertönen gewesen sein dürfte. Diese Annahme erscheint durchaus möglich. Sie mag auch die richtige Erklärung dafür enthalten, dafs WUNDT[2] bei 8, beziehungsweise weniger als 16 Schwebungen einen Differenzton wahrnahm, und dafs ich selbst, am APPUNN'schen Tonmesser experimentirend, zuweilen schon bei 10 Schwebungen einen äufserst tiefen Ton constatiren konnte. Man mufs also mit obertonlosen Primärtönen arbeiten, wenn man Täuschungen beim Aufsuchen der Schwingungszahl des tiefsten Differenztones ausschliefsen will.

Nun liegt nach der eingehenden Untersuchung von STUMPF und MEYER[3] die obere Hörgrenze — wenigstens für die von den genannten Autoren benutzten beiden GALTON-Pfeifen — bei 20000 Schwingungen. Oberhalb 10000 haben demnach die Grund-

---

[1] Ueber d. Grenzen d. Tonwahrnehmung. Jena 1876. Cap. I. D. tiefsten Töne. S. 15.

[2] Grundzüge d. physiol. Psychologie. I. Aufl., Bd. I, S. 362; II. Aufl., Bd. I, S. 394.

[3] Schwingungszahlbestimmungen bei sehr hohen Tönen. *Annalen d. Physik u. Chemie* (N. F.) **61**, 778. 1897.

töne dieser Pfeifen, mit denen auch die folgenden Versuche ausgeführt sind, keine Obertöne mehr. Es gelingt aber noch in einer Höhe von annähernd 12000 Schwingungen — weiter aufwärts fangen die Versuche aus technischen Gründen an, unsicher zu werden — ganz tiefe Differenztöne deutlich zu hören und mit hinreichender Genauigkeit festzustellen, dafs die Grenze ihrer Wahrnehmbarkeit zwischen 25 und 35 Schwebungen liegt. Da also hier keine Obertöne in Frage kommen, so ist nicht daran zu zweifeln, dafs höchstens circa 30 Schwebungen zu einer Differenztonwahrnehmung nothwendig sind.

Die Versuchsanordnung, welche zu diesem Resultat führte, war die folgende. Als Tonquellen dienten, wie gesagt, die beiden von Edelmann in München dem Berliner psychol. Seminar gelieferten Galton-Pfeifen, welche auch Stumpf und Meyer für ihre eben erwähnte Arbeit verwendet haben. In Stativen unverrückbar befestigt, wurden sie durch getrennte Zuleitungen mit einem Blasebalg verbunden, der, nachdem er vollgepumpt, während der ganzen Zeit seines Absinkens einen constant bleibenden Druck von 90 mm Wasser liefert. Die Art des Anblasens hängt jedoch aufser von ihm noch von der verstellbaren Windspalte der Pfeifen ab, welche für jede Tonhöhenregion ein Optimum ihrer Breite besitzt, bei dem der Ton am lautesten und klarsten ist. Zur Messung derselben stand mir ein im Edelmann'schen Institut zu diesem Zwecke verfertigter Elfenbeinkeil mit Millimetereintheilung zur Verfügung. Die Tonhöhe der Pfeifen, zwischen ca. 3000 Schwingungen und der oberen Hörgrenze variabel, richtet sich nach der Einstellung des längs einer Skala verschraubbaren Hutes der Pfeife. Die Einer der Gradzahlen, mit der höchsten Tonhöhe beginnend, sind auf dem festen Theile des Pfeifenrohres eingravirt, die Zehntel auf der Peripherie des Hutes abzulesen. Die Hundertstel, die in den weiter unten folgenden Versuchsprotokollen in Form eines gewöhnlichen Bruches an zweiter Stelle hinter dem Komma stehen, mufsten besonders markirt und gemessen werden. Beide Galtons (G I und G II) wurden nun zunächst auf den, nach der speciell für sie berechneten Tabelle von Stumpf und Meyer (a. a. O. S. 767) einer Tonhöhe von 11000 — 12000 Schwingungen entsprechenden, Theilstrich 5,5 eingestellt, wofür sich eine Windspaltenöffnung (WS) von 0,5 mm als die günstigste erwies. Da aber der Ton von G II tiefer war als der andere, so mufste G II durch Hinaufschrauben verkürzt

werden, bis beim Theilstrich 5,2½ Unisono eintrat, was mit gröſster Sicherheit daran kenntlich ist, daſs jede Verschiebung nach aufwärts oder abwärts Schwebungen hervorruft. Hierauf begann der eigentliche Versuch. G I wurde langsam so weit verkürzt, bis neben den an Frequenz fortwährend zunehmenden Schwebungen zuerst eine Tonempfindung auftauchte. Da die Auffindung dieses Momentes ein Schwellenversuch war, so wurden auch alle einem solchen zukommenden Cautelen beobachtet. Insbesondere ward die Schwelle wiederholt von beiden Seiten her aufgesucht. Hierbei war es im Allgemeinen leichter, den Augenblick zu erfassen, wo der Differenzton eben verschwand, als denjenigen, wo er zuerst erschien. Der Schwellenpunkt lag bei G I = 5,4¾. Ich nenne ihn die obere Schwelle (OS), weil er durch das Erhöhen des Tones über das Unisono gewonnen wurde. In derselben Weise wurde dann auch durch Vertiefen der Pfeife G I unter Unisono die untere Schwelle (US) bei G I = 5,5¼ gefunden. Es muſste nun ermittelt werden, um wieviel Schwingungen erstens der Ton G I = 5,4¾ und zweitens G I = 5,5¼ von G II = 5,2½ oder, was dasselbe, von dessen Unisono G I = 5,5 differirte. Zu diesem Zwecke machte ich Gebrauch von der Stumpf'schen Differenztonmethode. Es wurde, während G I auf 5,4¾ stand, G II bis 4,9⅓ in die Höhe geschraubt, nämlich soweit, bis beide Pfeifen genau den Differenzton (D) 403 ergaben. (Vgl. die erste Rubrik des nachstehenden Protokolls I^a.) Dann drehte ich G I herunter auf den Unisonopunkt 5,5 und fand, daſs der Differenzton sich dadurch auf 435 erhöhte. (Vgl. die zweite Rubrik des nachstehenden Protokolls I^a.) Mithin betrug die Tonhöhendistanz zwischen dem Unisono und der oberen Schwelle 32 Schwingungen und war die Wahrnehmung des tiefsten Differenztones (t. DT) bei 32 Schwebungen erfolgt. Für die untere Schwelle war das Verfahren ganz das gleiche. Zuerst wurde G II so eingestellt, daſs es mit G I = 5,5 den Differenzton 403 lieferte, und dann wurde G I bis zur unteren Schwelle 5,5¼ vertieft, wodurch die Höhe des Differenztones um 27 Schwingungen stieg. (Vgl. die dritte und vierte Rubrik des Protokolls I^a.) Hiernach war also bei 27 Schwebungen schon ein Differenzton gehört worden. Besonders wichtig muſste es offenbar sein, die Differenztöne 403 und 435 (bezw. 430) möglichst exact festzustellen. Sie wurden deswegen mit Zuhülfenahme zweier Stimmgabeln von 403 resp. 435 Schwingungen be-

stimmt und zwar der Differenzton 430 durch Auszählen seiner Schwebungen mit der Gabel 435 nach der Fünftel-Secundenuhr. Die Gabel 435 war von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt beglaubigt; die andere (403) und ebenso die auch gelegentlich benutzten Gabeln 700, 720 und 750 habe ich selbst durch Vergleichen mit den Zungen des Appunn'schen Tonmessers, deren Schwingungszahlen vorher durch Schwebungszählungen controlirt waren, geaicht.

Ich lasse nun das Protokoll des ersten Versuches folgen und füge das eines zweiten ganz analogen bei.

Versuch I[a].

WS: 0,5. G I = 5,5 unison mit G II = $5,2^{1}/_{2}$. Tonhöhe 11000—12000.

	OS	Unisono		US	
G I	$5,4^{3}/_{4}$	5,5	5,5	$5,5^{1}/_{4}$	
G II	$4,9^{1}/_{3}$	$4,9^{1}/_{8}$	$4,9^{2}/_{3}$	$4,9^{2}/_{3}$	
D	403	435	403	430	t. DT: 32; 27

Versuch I[b].

WS: 0,5. G I = 5,2 unison mit G II = $4,9^{5}/_{6}$. Tonhöhe 11000—12000.

	OS	Unisono		US	
G I	$5,1^{2}/_{3}$	5,2	5,2	$5,2^{1}/_{3}$	
G II	$4,6^{1}/_{4}$	$4,6^{1}/_{4}$	$4,6^{1}/_{2}$	$4,6^{1}/_{2}$	
D	403	435	403	435	t. DT: 32; 32

Diese beiden Doppelbeobachtungen stimmen sowohl mit einigen Vorversuchen als auch mit einer Reihe von Controlexperimenten gut überein. Letztere, welche mit Abweichungen bis zu $\pm$ 5 als durchschnittliche Grenzzahl 30 ergaben, fanden nach einem abgekürzten Verfahren statt. Es wurden nämlich, um die immer wiederholte Anwendung der Differenztonmethode zu umgehen, schon vor dem Aufsuchen der oberen oder unteren Schwelle auf dem Pfeifenhute diejenigen fünf Abstände vom Unisonopunkte markirt, die 20, 25, 30, 35 und 40 Schwebungen entsprachen, wodurch es möglich wurde, beliebig viele Schwellenbestimmungen rasch hinter einander auszuführen und sofort die zugehörige Schwebungszahl abzulesen.

In der Region von 10000 und 9000 Schwingungen ergaben die geschilderten Methoden meistens 30 Schwebungen, zuweilen etwas weniger, als Schwelle der Differenztonwahrnehmung. Auch hier dürften die Obertöne, wenn sie sich überhaupt bilden, zu schwach sein, um neben den Primärtönen noch wirksam zu werden. Der Ton einer MELDE'schen Stimmplatte von 16384 Schwingungen wird schon von vielen Personen nicht mehr percipirt. Ich selbst höre ihn nur ganz leise und nur bei völliger Stille.

In der Tonreihe weiter hinabschreitend, wobei theils Stimmgabeln und angeblasene Flaschen, also Tonquellen mit möglichst wenigen und schwachen Obertönen, theils die Galtons benutzt wurden, untersuchte ich in oft wiederholten Beobachtungen je ein Primärtonpaar von der Höhe 8000, 7000, 6000 u. s. w. bis 1000, 750, 700, 500, 400, 300 und 200. Von 100 an abwärts wird es meinem Ohre schwierig, die tiefsten Differenztöne aus dem Klange der selbst tiefen Primärtöne herauszuhören, so daſs ein zuverlässiges Urtheil nicht mehr möglich ist. Im Uebrigen fand eine Differenztonwahrnehmung oberhalb 30 Schwebungen stets, in der Regel schon viel früher, in einem Falle, in dem die Stimmgabel 200 und eine Flasche als Tonquellen dienten, bereits spurweise bei 14 statt. Die Schwebungen wurden in jedem Falle sorgfältig ausgezählt.

III.

Wenn ein Ton *m* in der Secunde *n* mal unterbrochen wird, so hört man unter geeigneten Umständen neben dem Hauptton *m* auch einen Unterbrechungston von der Schwingungszahl *n*. Unterbrechungstöne lassen sich auf verschiedene Weise hervorbringen. So kann man den Ton einer Stimmgabel durch ein Hörrohr dem Ohre zuleiten und zugleich eine kreisförmig durchlöcherte Scheibe zwischen Gabel und Hörrohr rotiren lassen. So oft ein Loch hindurchpassirt, dringt der Ton ungehindert in die unmittelbar vor der Gabel befindliche Oeffnung des Hörrohres; ist das Loch vorüber und tritt eine undurchbohrte Partie der Scheibe an seine Stelle, so wird der Ton stark gedämpft oder ausgelöscht. Ein anderer Modus ist der, daſs die Sirenenscheibe selbst zur Erzeugung des Hauptones benutzt wird, indem man sie in Rotation versetzt und ihren Löcherkreis anbläst. Sind dabei in gewissen Abständen immer einige Löcher

verstopft, so findet an diesen Punkten eine Unterbrechung des Tones statt und ist die Gelegenheit zur Entstehung eines Unterbrechungstones gegeben. Nehmen wir an, der Kreis habe 300 Löcher, von denen regelmäſsig 30 freie mit 30 verklebten abwechseln, so hätten wir $\frac{300}{2 \cdot 30} = 5$ verschlossene und ebensoviel offene, mit einander alternirende Gruppen von je 30 Löchern. Macht nun diese Scheibe in der Sekunde beispielsweise 5 Umdrehungen von constanter Geschwindigkeit, so hört man den Hauptton 1500 und $\frac{1500}{2 \cdot 30} = 25$ Unterbrechungen. Die allgemeine Formel für die Schwingungszahl n des Unterbrechungstones lautet also, wenn der Hauptton m und die Löcherzahl der Gruppe g ist, $n = \frac{m}{2 \cdot g}$.[1] Hiernach könnte die Aufgabe, den tiefsten Unterbrechungston zu finden, zunächst leicht erscheinen. Man braucht ja nur den Umlauf der Sirenenscheibe, ganz langsam beginnend, allmählich so rasch werden zu lassen, bis neben dem Hauptton die erste, tiefste Unterbrechungstonempfindung auftaucht, oder die anfangs sehr rasche Rotation nach und nach soweit zu verringern, bis der zuerst relativ hohe Unterbrechungston, immer tiefer werdend, eben verschwindet. Allein eine groſse Schwierigkeit liegt in der Bestimmung des der Schwelle des Unterbrechungstones entsprechenden m. Der Beobachter muſs die gesuchte Schwingungszahl des Haupttones durch Vergleichen desselben mit einem anderen, dessen Höhe bekannt ist, bestimmen. Dies ist umständlich und kann zu Irrthümern führen, zumal wenn inzwischen die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe Schwankungen erleidet. Diese Uebelstände ganz vermeiden zu können, wurde mir durch die Güte des Herrn Dr. Abraham möglich, welcher auf meinen Wunsch diese Versuche mit mir zusammen ausführte. Derselbe besitzt, wie den Lesern dieser Zeitschrift aus seinen Veröffentlichungen bekannt sein wird, ein absolutes Tonbewuſstsein, das ihn befähigt, mit unfehlbarer Sicherheit von jedem Tone sofort anzugeben, ob er ein *c*, *d*, *e* oder was sonst für eine Note ist, und welcher Octave er angehört. Auſserdem bin ich Herrn Dr. Abraham auch in-

[1] Man könnte n auch aus der Zahl der Umdrehungen der Scheibe berechnen. Ein dazu nöthiger Tourenzähler stand mir jedoch nicht zu Gebote und wäre auſserdem aus mehreren Gründen nicht zweckmäſsig gewesen.

sofern zu grofsem Danke verpflichtet, als seine erprobte Hörschärfe für die Richtigkeit der sogleich mitzutheilenden Versuchsergebnisse eine werthvolle Garantie bietet.

Unsere Untersuchung beschränkte sich aus technischen Rücksichten auf die mittleren Tonlagen. Es ist auch kein Grund zu der Annahme vorhanden, dafs der tiefste Unterbrechungston in höheren Regionen ein anderer sein sollte als in der Tiefe. Wir benutzten theils eine hölzerne, theils eine metallene Scheibe. Jede einzelne Beobachtung wurde so oft wiederholt, bis wir beide zu einem klaren und übereinstimmenden Urtheil über die Schwelle der Unterbrechungstonwahrnehmung gekommen waren. Ich stelle die Resultate in folgender Tabelle zusammen.

Versuchsreihe	Instrument	Hauptton	Schwingungszahl des tiefsten Unterbrechungstones
I.	Holzscheibe	e^1	24
II.	„	a^1	24
III.	„	d^1	25
IV.	„	b	24
V.	Metallscheibe	f^3	23
VI.	„	e^3	22
VII.	„	ges^3	25
VIII.	Holzscheibe	g^2	18
IX.	„	g^3	18
X.	„	g^2	16
XI.	„	dis^3	16
XII.	„	d^2	16

Diese Unterbrechungstöne haben nun, nach unseren gegenwärtigen physiologisch-akustischen Kenntnissen zu urtheilen, keine Obertöne. Unsere Versuche beweisen daher, dafs schon 16 Erregungen in der Secunde eine Tonempfindung auszulösen im Stande sind. Die tiefsten Unterbrechungstöne zeichnen sich sowohl durch ihre aufserordentliche Tiefe als auch durch eine extreme Rauhigkeit aus. Mir erscheint der Ton gleichsam in eine Reihe einzelner ganz tiefer Stöfse aufgelöst.

Herr Dr. Abraham hat jedoch neben diesen Stöfsen noch eine schwache continuirliche Tonempfindung.

Der Tabelle zufolge ist die Schwelle der Unterbrechungstonwahrnehmung mit unserer wachsenden Uebung in diesen schwierigen Beobachtungen nach und nach von 24 bis auf 16, als äufserste für uns erreichbare Grenze, gesunken. Indessen möchte ich keineswegs die Möglichkeit bestreiten, dafs es unter ausgesucht günstigen Bedingungen gelegentlich gelingen könnte, sie noch etwas zu erniedrigen. Je mehr die Unterbrechungstöne — und das Gleiche gilt auch von Differenztönen — sich dem Ende der Tonreihe nähern, desto discontinuirlicher, leiser und undeutlicher werden sie, bis sie allmählich gänzlich dem Ohre entschwinden. Die untere Hörgrenze ist daher nicht präcise bestimmbar, kein scharf markirter Punkt und dürfte je nach der Tonstärke, der Hörschärfe und der Aufmerksamkeit, sowie nach der Art der Schallquellen und der Beschaffenheit der sonstigen Umstände gewissen Schwankungen unterliegen.

Ueber Fingerfertigkeit beim Clavierspiel.

Von

Oskar Raif.[1]

Die Annahme, dafs der Claviervirtuose einer über das vorhandene normale Maafs gesteigerten Beweglichkeit der einzelnen Finger bedarf, erweist sich bei eingehender Beobachtung als irrthümlich.

Zahlreiche Versuche mit Personen aus allen Ständen und Berufsclassen haben mir ergeben, dafs wir in einer Secunde durchschnittlich 5 bis 6 Anschlagsbewegungen mit dem zweiten und dritten Finger, und nur 4 bis 5 mit den übrigen Fingern hervorbringen können.

Im Allgemeinen haben Gebildete wohl eine gröfsere Fingerbeweglichkeit als Personen niederer Stände, keineswegs aber Clavierspieler eine gröfsere Beweglichkeit wie Nichtclavierspieler.

Unter den Letzteren konnten einige mit Leichtigkeit 7 Anschlagsbewegungen in einer Secunde hervorbringen, während eine ganze Reihe guter Clavierspieler es im gleichen Zeitraume nur auf 5 Bewegungen brachte.

Ueberraschend ist diese Erscheinung nur, weil wir die Thätigkeit der einzelnen Finger beim Clavierspielen weitaus überschätzen. Bei allen Passagen (Tonleitern, Arpeggien etc.) bleiben die Anforderungen an den einzelnen Finger weit hinter

---

[1] Diesen Aufsatz hinterliefs der im vorigen Jahre verstorbene Verfasser, Professor an der Berliner K. Hochschule für Musik, nebst einem zweiten „Ueber den Anschlag“. Leider fehlen bei dem letzteren, worin er die Schattirungen des Anschlags (in dem er selbst als einer der vorzüglichsten Meister galt) an Curven aufzeigt, die durch einen Hebelapparat aufgeschrieben wurden, die zur Erläuterung und Beweisführung nöthigen Figuren. Der Aufsatz kann daher vorläufig nicht veröffentlicht werden; aber vielleicht gelingt es auf Grund seiner Methode noch, das Fehlende zu ergänzen. Die Studie würde auch psychologisch nicht ohne Interesse sein und die von Binet und Courtier angestellten „Graphischen Untersuchungen über die Musik“, die dem Verf. übrigens erst nachträglich bekannt wurden, in einem wesentlichen Punkt ergänzen. C. Stumpf.

seiner normalen Leistungsfähigkeit zurück. Nur beim Triller wird die vorhandene Beweglichkeit der einzelnen Finger ausgenützt. Ein Triller von 8 bis 12 Tönen in einer Secunde entspricht den 4 bis 6 Anschlagsbewegungen der einzelnen Finger.
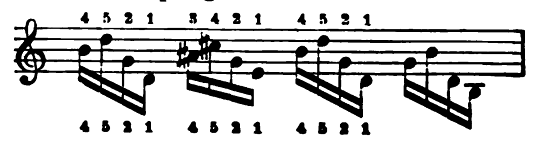
Ein Triller von mehr als 12 Tönen in einer Secunde hört auf, unserem Ohr als musikalischer Triller zu erklingen, woraus sich ergiebt, dafs die Grenze unserer Fingerfertigkeit mit der unserer Hörfähigkeit zusammenfällt. Auch bei Passagen können kaum mehr als 12 Töne in einer Secunde deutlich wahrgenommen werden.[1] Eine Hand, deren einzelne Finger in einer Secunde nur 4 Anschlagsbewegungen machen können, verfügt über mehr Bewegungen ($5 \times 4 = 20$), als wir im gleichen Zeitraume Töne unterscheiden können. Eine über das normale Maafs gesteigerte Beweglichkeit der einzelnen Finger wäre also gar nicht zu verwerthen.

Einige Beispiele werden zeigen, wie gering oft selbst bei den schnellsten Passagen die Betheiligung der einzelnen Finger ist.

Die *C*-Dur-Tonleiter von *c* bis c^2 während eines Viertels im Tempo von ♩ = 60 gespielt, wird auf jeden Zuhörer den Eindruck einer bis an die Grenze der Möglichkeit gesteigerten Fingerfertigkeit hervorbringen. Bei näherer Betrachtung stellt sich die Anzahl der Anschlagsbewegungen für den einzelnen Finger heraus wie folgt:

in einer Secunde	Daumen	4	Anschlagsbewegungen
	2. Finger	4	"
	3. "	4	"
	4. "	2	"
	5. "	1	"
	Summa:	15	Anschlagsbewegungen

Die Sechzehntelstelle aus dem letzten Satz von Mendelssohn's *G*-moll Concert pflegen unsere berühmten Schnellspieler



im Tempo 𝅗𝅥. = 60 (12 Töne in einer Secunde) herunter zu rasen. In diesem Tempo erhalten wir bei dem unteren Finger-

[1] Vgl. O. Abraham und K. L. Schaefer, Ueber die maximale Geschwindigkeit von Tonfolgen, *Zeitschr. f. Psychol.* **20**, 408 f. St.

satz nur 3 Bewegungen in einer Secunde für jeden dabei betheiligten Finger, bei dem oberen Fingersatz wird der 5. Finger einmal durch den 3. Finger abgelöst.

Wer je Tausig den Schlufssatz aus Weber's Concertstück, oder Rubinstein den letzten Satz aus Chopin's *B*-moll-Sonate, oder Bülow die Tonleiterstelle aus Chopin's *Fis*-dur-Impromptu spielen gehört hat, wird diese Virtuosenleistungen als an der Grenze des Möglichen, sowohl für Hörer wie Spieler, angekommen erklären. Die Controle mit dem Metronom ergiebt für diese drei Beispiele, dafs auch hier nicht mehr als 12 Töne in einer Secunde gespielt wurden, und dafs die Betheiligung der einzelnen Finger dabei eine verhältnifsmäfsig geringe war.

Es geht somit zur Genüge hervor, dafs wir die Ueberwindung der Schwierigkeiten im Clavierspiel nicht in der Ausbildung der einzelnen Finger zu suchen haben.

Nicht in der Bewegung an sich, sondern in der Rechtzeitigkeit der Bewegung, d. h. in dem Zeitverhältnifs von einer Bewegung zur anderen liegt die Schwierigkeit.

Diese Rechtzeitigkeit kann zweifellos nur ein Product unseres Willens sein, wir haben also den Ausgangspunkt für die Fingerfertigkeit in den Centraltheilen unseres Nervensystems zu suchen, denn hier müssen die oben erwähnten 15 Bewegungen alle als Theile einer innerhalb 1 Secunde auszuführenden Handlung gewollt sein.

Wenn auch im Augenblick der Ausführung diese auf Reflexbewegung beruht, so ist hierbei zu bedenken, dafs solche Reflexbewegungen secundäre Erscheinungen sind, denen in diesem Fall eine vielmalige, mit Bewufstsein gewollte primäre Bewegung vorangegangen sein mufs.

Von den vielen Versuchen, die ich anstellte, um mir Klarheit über diese Vorgänge zu verschaffen, mögen hier die folgenden besonders erwähnt werden.

Im Winter 1888 liefs ich 18 meiner Schüler zwei Monate lang nur mit der rechten Hand studiren. Vorher wurde mit dem Metronom das Tempo für Fünffingerübungen, Tonleitern, Arpeggien etc. festgestellt. Ich erhielt für Sechzehntelfiguren ein Durchschnittstempo von ♩ = 120 für die rechte Hand und ♩ = 116 für die linke Hand.

Es wurden nun mit der rechten Hand jene Fingerübungen, Tonleitern und Accordstudien geübt, über welche ich an anderer

Stelle berichten werde. Nach 8 Tagen war die rechte Hand auf 126 gestiegen (im Durchschnitt), nach weiteren 8 Tagen auf 132 und so weiter, bis nach 2 Monaten das Durchschnittstempo auf 186 gekommen war. Als ich nun dieselben Uebungen mit der linken Hand spielen liefs, setzte diese Hand, welche vor 2 Monaten bei 116 aufgehört hatte zu spielen, unvermittelt mit einem Durchschnittstempo von 152 ein.

Bei einigen Schülern machten sich anfänglich gewisse Störungen bemerkbar, die aber sofort gehoben wurden, als ich die Tonleitern von oben nach unten spielen liefs, weil dadurch die Reihenfolge der Finger die gleiche wie bei der rechten Hand wurde und die rhythmischen Accente auf die gleichen Finger fielen.

Für den einzelnen Finger war bei diesen 18 Schülern eine gesteigerte Bewegungsfähigkeit nicht bemerkbar. Durch diese Wahrnehmung aufmerksam gemacht, begann ich die einzelnen Finger aller meiner Schüler auf ihre Beweglichkeit eingehend zu prüfen. Die hierauf bezüglichen Untersuchungen, welche sich in einzelnen Fällen über mehrere Jahre erstreckten, ergaben, dafs trotz eines je nach der Beanlagung mehr oder weniger erheblich gesteigerten Tempos für Tonleitern und andere Passagen die Beweglichkeit der einzelnen Finger unverändert geblieben war.

Die durch anhaltendes Ueben hervorgebrachte organische Veränderung der Musculatur kann sich nur in gesteigerter Kraft und Ausdauer, nicht aber in gesteigerter Beweglichkeit äufsern.

Jeder Clavierspieler kann die Erfahrung machen, dafs er ein Musikstück, welches er vorher oft gehört hat, schneller „in die Finger" bekommt als ein ihm völlig neues.

Bei aufmerksamer Beobachtung drängen sich ähnliche Wahrnehmungen überall auf, sie erklären sich unschwer aus dem vorher Gesagten.

Wir verlegen das Hauptgewicht der musikalischen Erziehung unserer Clavierschüler zu einseitig auf die Fingerfertigkeit und tragen dem Zusammenwirken von Finger, Ohr und Auge zu wenig Rechnung. Nicht Fingerfertigkeit, sondern Denkfertigkeit haben wir bei unseren Clavierschülern zu erziehen.

Tonsystem und Musik der Siamesen.

Von

C. STUMPF.

Die Veranlassung zu dieser Studie gab die Anwesenheit einer siamesischen Theatertruppe in Berlin im September 1900. Der Director BOOSRA MAHIN, ein europäisch erzogener Eingeborener [1], gestattete mir, die Orchester-Instrumente zu untersuchen und phonographische Aufnahmen zu machen, sandte mir auch einmal einen der begabtesten Musiker ins Haus. Aufserdem war ich häufig bei den Vorstellungen gegenwärtig, in denen immer die nämlichen Stücke wiederholt wurden, und konnte mich so an die Eigenart der siamesischen Musik einigermaafsen gewöhnen sowie fortlaufend Aufzeichnungen machen.

Bei den öffentlichen Aufführungen sangen und tanzten die Frauen, während die Männer das Orchester bildeten. Die Gewänder der Tänzerinnen waren von aufserordentlicher Pracht, von bewundernswerther Abtönung und Harmonie der Farben; die Bewegungen für uns zunächst fremdartig, aber sehr fein ausgebildet; namentlich setzte die Mannigfaltigkeit, Kühnheit und Ausdrucksfähigkeit der Handbewegungen in Staunen. Zu einer so virtuosen Mimik der Hände sind auf unseren Bühnen kaum schwache Ansätze zu finden; aber man konnte hier die Ueberzeugung gewinnen, dafs sie mindestens ebenso sehr wie die der Beine Pflege verdient. Die Darstellungen waren fast

---

[1] Sohn des verstorbenen Prinzen PHYA MAHIN, dessen Theater v. HESSE-WARTEGG in seinem Buche „Siam das Reich des weifsen Elephanten", 1899, S. 127 beschreibt und auch CARL BOCK, Temples and Elephants, 1884, S. 47 als das beste in Bangkok bezeichnet. Zu diesem Theater gehört das nach Europa gebrachte Personal.

ausschliefslich Tänze oder Pantomimen. Die Tänzerinnen sangen selbst, was ihnen bei dem gemessenen Tempo der Bewegungen keine Schwierigkeit machte.

Meine Aufmerksamkeit war indessen weniger dem schauspielerischen als dem rein musikalischen Theil zugewandt, da hier Fragen von principieller Bedeutung sowohl für die Musikwissenschaft als für die Psychophysik in Betracht kamen. Es war mir bekannt, dafs nach Ermittelungen von ALEX. J. ELLIS die Siamesen eine Scala von 7 gleichgrofsen Stufen benützen sollen.[1] Aber die Beweise schienen mir bisher nicht durchschlagend genug, um eine so überaus paradoxe und folgenreiche Thatsache über jeden Zweifel sicher zu stellen. ELLIS stützte sich einerseits auf die Prüfung zweier Instrumente, andererseits auf die Aussage des siamesischen Gesandten. Aber der letztere konnte allenfalls eine geltende theoretische Lehre wiedergeben, mit welcher die Praxis nicht nothwendig in Einklang zu sein braucht. Und die Messungen wichen doch an einigen Punkten von der hiernach berechneten Leiter nicht ganz unerheblich ab. ELLIS hatte nun allerdings noch den Controlversuch gemacht, dafs er selbst eine genau nach dem Princip abgestimmte Leiter herstellte und den siamesischen Musikern vorlegte, worauf diese erklärten, sie sei besser als die ihrer eigenen Instrumente. Ich will gern zugeben, dafs man die Thesis hiernach bereits als genügend bewiesen hätte ansehen können. Aber gegen so schwer festzustellende und noch schwerer zu erklärende Thatsachen ist wohl ungewöhnliche Zurückhaltung zu entschuldigen und sind neue Belege gewifs erwünscht. Vor allen Dingen hat natürlich der Fachmann den Wunsch, selbst zu hören. Das erstmalige Hören lehrte mich denn auch sogleich, dafs für unser Ohr seltsame Intervalle gebraucht wurden, und die nähere Prüfung überzeugte mich, dafs ELLIS wirklich Recht hatte.

Ich gebe zunächst eine Beschreibung der Instrumente, besonders derer mit festen Tönen, deducire sodann aus den angestellten Messungen die Tonleiter und versuche Erklärungen

---

[1] On the musical scales of various nations. *Journal of the society of arts* 33, 1885, S. 485f. Appendix hierzu S. 1102f. Die obenerwähnte Behauptung steht im Appendix S. 1105.

Vgl. meinen ausführlichen Bericht in der *Vierteljahrsschrift für Musikwissenschaft* 2 (1886), S. 511f.

über die Entstehung solcher Leitern, beschreibe weiter die Ergebnisse von Gehörsprüfungen an den Musikern und gebe endlich die aufgenommenen Melodien und eine vollständige Orchesterpartitur. Für den ersten und letzten Theil ist mir die ausdauernde Unterstützung von Herrn Dr. O. Abraham, der ein ausgezeichnetes Gehör besitzt, werthvoll gewesen.

I. Die Instrumente und ihre Stimmung.

Das regelmäfsige Orchester der Truppe bestand aus 2 Ranat's (Harmonica's aus Holzstäben), 2 Kong's (Glockenharmonica's), 2 Flöten, 2 Pauken und 1 Tsching (Becken aus zwei kleinen Glocken, die auf einander geschlagen werden, so dafs die Ränder sich decken). Diese 9 Instrumente waren bei den für uns veranstalteten Orchesterproductionen so aufgestellt: die Ranat's vorn, hinter ihnen die Kong's, rechts und links von diesen die beiden Flöten, ganz hinten die Schlaginstrumente. Die Spieler safsen nach orientalischer Weise. Bei den öffentlichen Aufführungen, wobei das Orchester nur die Vor- und Zwischenspiele sowie die Begleitung des Gesanges besorgte, safs es an der Seite der Bühne und waren die Instrumente etwas anders angeordnet.

Die Ranat's bestanden aus 18 bezw. 21 Stäben aus Bambusholz von abgestufter Grösse, die mit Klöppeln angeschlagen recht wohlklingende Töne geben[1] (nur die tiefsten waren undeutlich). Diese Stäbe waren unter einander durch Schnüre verbunden, mittelst deren sie auch an den beiden äufseren Rändern eines rechteckigen oder kahnförmigen Holzgestelles aufgehängt waren. Das Gestell hat übrigens nichts mit Resonanz zu thun, wie man gemeint hat; denn der Ton der Stäbe ist derselbe, wenn man sie an den Schnüren ganz frei in der Luft hält. Die Stäbe waren an der unteren Seite nach innen zu ausgekehlt, offenbar theils des Klanges, theils der Abstimmung halber. Für den letzteren Zweck war aber aufserdem ein Klumpen aus einer Mischung von Wachs und Graphit unten angeklebt. Man findet Abbildungen von Ranat's in verschiedenen Reisewerken, Museumskatalogen und Musikgeschichten, die schönste in Hipkins' Prachtwerk „Musical Instruments" Taf. 45.

[1] Das importirte Bambusholz giebt nicht so breite Platten. Ueberdies wird das Holz von den Siamesen einer umständlichen Bearbeitung unterzogen, ehe es den guten Klang gewinnt.

Instrumente ganz ähnlicher Art sind übrigens weitverbreitet und auch bei uns unter den Namen „Strohfiedel, Gigelyra" etc. früher gebräuchlich gewesen, in einzelnen Gegenden Oesterreichs noch im Gebrauch.[1] Auch unser Klavier ist ja aus einem „Hackbrett" entstanden, welches wie das Ranat mit zwei Hämmern bearbeitet wurde, nur dafs die Stelle der Holzstäbe durch Saiten vertreten war.

Die Kong's bestehen aus Metallglocken von abgestufter Gröfse, die in gleicher Weise mit durchgezogenen Schnüren aneinandergereiht und auf einem Holzgestell aufgehängt sind. Sie sind aber in einem (Dreiviertel-) Kreise angeordnet, während die Ranatclaviatur geradlinig ist. Oben hat jede Glocke einen breiten Knopf, auf welchen mit dem Klöppel geschlagen wird. Innerhalb dieses Knopfes, also auf der unteren Seite, befindet sich wieder eine Stimmmasse. Der Spieler sitzt in der Mitte des Instruments. Bei den tieferen Glocken stören die vom Glockenrand erzeugten Beitöne sehr den Klang, was auch den Siamesen nicht entgeht, da sie uns ausdrücklich aufmerksam machten, dafs wir den Beiton nicht mit dem Hauptton verwechseln sollten. Kong's findet man ebenfalls mehrfach abgebildet[2], am schönsten wieder bei HIPKINS.

Beim Spielen der Ranat's wie der Kong's werden beide Hände bald zusammen (besonders in Octaven- und Quartengängen), bald abwechselnd (bei raschen Figuren) gebraucht. Jeder längere Ton, Viertel, Halbton etc., wird durch ein Tremolo wiedergegeben, das mit einer Hand sehr gewandt ausgeführt wird.

Das Orchester besafs zwei verschiedene Ranat's: Ranat ek und Ranat thum[3], das höhere und das tiefere. Ranat ek

---

[1] Vgl. die Abbildung in WASIELEWSKY's Geschichte der Instrumentalmusik im 16. Jahrhundert, Tafel X. In den Jahren 1834—37 wurde die Holzharmonika in Folge der virtuosen Productionen eines Polen, GUSIKOW, noch einmal sehr populär, und alle Welt wollte in Concert und Salon darauf spielen (s. Katalog der SNOECK'schen Instrumentensammlung in Gent, 1894, S. 2).

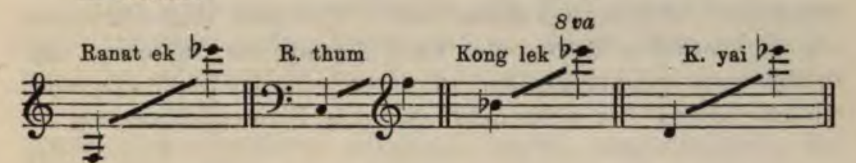
[2] v. HESSE-WARTEGG bezeichnet aber das von ihm abgebildete Kong fälschlich als ein Ranat.

[3] Die siamesischen Ausdrücke sind hier alle der deutschen Aussprache gemäfs geschrieben, nachdem ich mich noch mit Sachverständigen (Herrn Dr. MÜLLER vom Berliner ethnologischen Museum und Herrn Dr. O. FRANKFURTER aus Bangkok) über die correcteste Form berathen habe.

hatte 21 Tasten und reichte von *f* bis *es*³, wobei allerdings der unterste Ton für sich allein nicht, sondern nur mit Hülfe seiner Octave zu bestimmen war. Ranat thum hatte 18 Tasten und reichte von *c* bis *f*²; für den tiefsten Ton gilt dasselbe.

Ebenso waren die beiden Kong's verschieden. Das hohe heifst Kong lek, das tiefe Kong yai. Das erste hatte 18 Glocken mit dem Umfang *b*¹ bis *es*⁴, das zweite 16 mit dem Umfang *d*¹ bis *es*³.

In Noten:

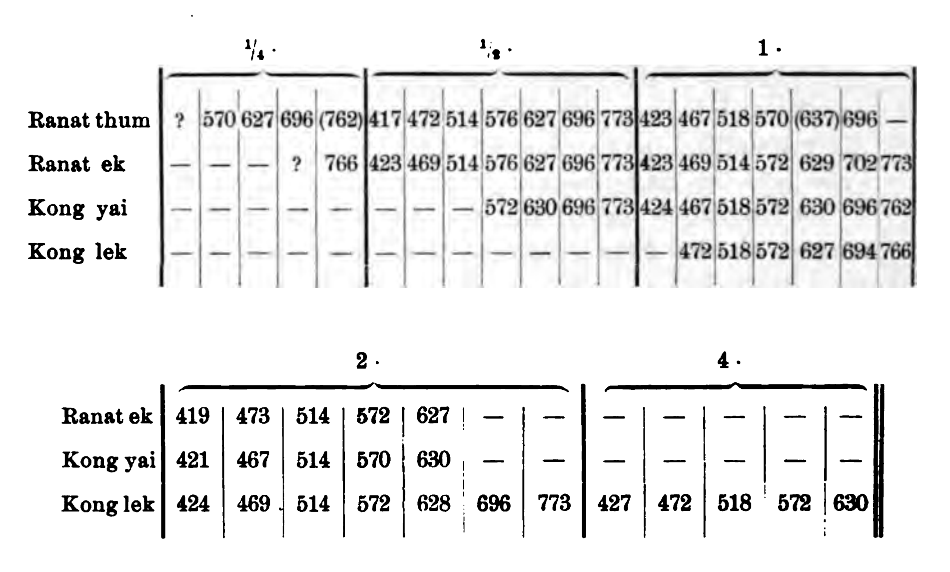


Wir haben nun die genaue Stimmung jeder einzelnen Taste und Glocke mit Hülfe eines Appunn'schen Tonmessers festgestellt, der die Octave von 400 bis 800 Schwingungen umfafst und 120 Zungen enthält, die zwischen 400 und 480 um je 2 Schwingungen, zwischen 480 und 600 um je 3, zwischen 600 und 800 um je 5 Schwingungen differiren. Da die Stimmung dieser Metallzungen niemals ganz genau ist, wurden sie bald nachher durch die Herren Dr. K. L. Schaefer und cand. Pfungst nach ihrer wirklichen absoluten Höhe aufs Genaueste bestimmt und danach die an den siamesischen Instrumenten erhaltenen Zahlen noch den nöthigen Correcturen unterworfen.[1] Berücksichtigt man, dafs manche Töne zwischen denen des Tonmessers lagen und dementsprechend von uns abzuschätzen waren (da die Bestimmung durch Schwebungen bei so rasch verklingenden Tönen unmöglich ist), dafs ferner bei den unter 400 und über 800 Schwingungen liegenden Tönen nur deren im Bereich des Tonmessers liegende Octaven bestimmt werden konnten, wobei das Gehör gröfseren

[1] Dies geschah mit Hülfe einer geaichten Normalstimmgabel und Zählung der Schwebungen aller Zungen mit ihren Nachbarn. Hierbei ergab sich auch, dafs der wahre Umfang dieses Tonmessers von 403—807 reichte. Die Höhe der einzelnen Zungen wurde auf 2 Decimalen bestimmt. Den beiden Herren bin ich für die mühsame Arbeit sehr zu Dank verpflichtet. Sie führten ihre Zählungen unabhängig von einander aus und controlirten die Ergebnisse schliefslich noch in mehrfacher Weise durch die Schwebungen verstimmter Consonanzen innerhalb des Tonmesserbereiches, welche ein unerläfsliches und sehr feines Prüfungsmittel abgeben.

Fehlern unterliegt als bei directer Vergleichung: so könnten immerhin die folgenden Zahlen noch hier und da um 1—2 Schwingungen nach oben oder unten von den wirklichen abweichen. Mehr aber dürften die Abweichungen in Anbetracht des Uebungsgrades der Beobachter und ihrer gegenseitigen Controle kaum betragen.

Die Zahlen sind mit den über den Columnen stehenden Brüchen zu multipliciren. Diese Schreibweise ist gewählt, damit man sogleich den Grad der Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Octaven erkennen kann. Die zwei eingeklammerten Werte betreffen Tasten, die nach Aussage der Siamesen selbst nicht ganz genau abgestimmt waren; die beiden Fragezeichen solche, deren Ton nicht deutlich genug herauszuhören war.



	¼ ·					½ ·							1 ·						
Ranat thum	?	570	627	696	(762)	417	472	514	576	627	696	773	423	467	518	570	(637)	696	—
Ranat ek	—	—	—	?	766	423	469	514	576	627	696	773	423	469	514	572	629	702	773
Kong yai	—	—	—	—	—	—	—	—	572	630	696	773	424	467	518	572	630	696	762
Kong lek	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	472	518	572	627	694	766

	2 ·							4 ·				
Ranat ek	419	473	514	572	627	—	—	—	—	—	—	—
Kong yai	421	467	514	570	630	—	—	—	—	—	—	—
Kong lek	424	469	514	572	628	696	773	427	472	518	572	630

Es befand sich in der Geräthe-Ausstellung der Siamesentruppe noch ein Ranat mit eisernen Tasten, genannt Ranat thum lek. Nach seiner Abstimmung war es ein Ranat thum; das beigefügte Prädicat lek bedeutet hier nicht „klein" „hoch", wie bei den Kong's und den Flöten (s. u.) sondern „eisern" (im Siamesischen kann, wie im Chinesischen, ein Wort viele Bedeutungen haben). Das tiefe Holzranat wird im Gegensatz dazu als Ranat thum mai bezeichnet (mai = Holz). Der Director Boosra Mahin (nicht selbst Musiker) sagte uns sogleich, dafs das eiserne Ranat

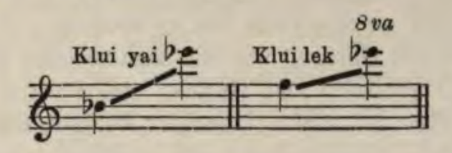
nicht mit den übrigen stimme; aber es sei älter und maafsgebender. Wir fanden den Umfang $c - es^2$ und folgende Stimmung der 17 Töne (die drei tiefsten nicht deutlich genug):

$$\overbrace{?\quad ?\quad ?\quad 702,\quad 759;}^{1/4\,\cdot}\quad \overbrace{417,\quad 463,\quad 506,\quad 557,\quad 616,\quad 696,\quad 766;}^{1/2\,\cdot}$$

$$419,\quad 463,\quad 512,\quad 564,\quad 620.$$

Diese Abstimmung weicht in der That merklich von der der 4 vorhergenannten Instrumente ab, wenn auch gewifs die nämliche Leiter intendirt ist. Nach den weiter unten anzustellenden Erwägungen dürfte es sich aber doch mehr um ein ehrwürdiges ausrangirtes Alterthum handeln, dessen augenblickliche Beschaffenheit nicht so zuverlässig als Document für die Forderungen des siamesischen Gehörs betrachtet werden kann wie die im Gebrauch befindlichen Instrumente. Die Töne sind auch fast durchweg tiefer als die der späteren Instrumente, vielleicht ein Zeichen, dafs bei den Siamesen wie bei uns die absolute Stimmung allmählich etwas in die Höhe gegangen ist.

Die beiden Flöten, Klui yai (tiefe) und Klui lek (hohe), sind unten offen und werden durch eine kleine Oeffnung im Deckel angeblasen, aber der Ton entsteht durch eine an der Seite nahe dem oberen Rande befindliche Spalte, wie bei den Labialpfeifen der Orgel. Umfang:



Die einzelnen Töne haben wir nicht auf ihre genaue Abstimmung untersucht, weil diese eben bei Blasinstrumenten je nach der Art und Stärke des Blasens etwas variirt. Im Allgemeinen aber zeigte sich sogleich, dafs sie mit den vorhererwähnten vier Instrumenten gut übereinstimmten und dieselbe Leiter hatten. Bemerkenswerth ist noch, dafs die siamesischen Flötisten während eines ganzen Stückes nicht abzusetzen brauchen, da sie die Inspiration während des Blasens durch die Nase vollziehen. Charakteristisch für ihr Spiel ist die ungeheure Beweglichkeit. Sie können fast keinen Ton ohne Triller, Vorschlag oder sonstige

Verzierung spielen, selbst bei der Tonleiter ging jedem Ton ein Pralltriller voraus.

Von den Pauken war eine auf den Ton $^{778}/_{2}$ (= etwa g^1) gestimmt, der auch in den Instrumentalleitern vorkommt. Eine andere, deren Membran über ein sehr schön mit Perlmutter eingelegtes Gefäfs gespannt war, gab, in der Mitte angeschlagen, den Ton $^{424}/_{4}$ = *As* (*A*), am Rand angeschlagen $^{424}/_{2}$ und $^{772}/_{2}$, Töne, die sämmtlich gleichfalls in der Leiter enthalten sind. Der Anschlag geschah mit der Hand, und zwar wurden die stärkeren Accente durch den Schlag auf die Mitte, die schwächeren durch den auf den Rand gegeben.

Ein Gong aus Metall gab den Ton $^{772}/_{4}$, ein anderes $^{424}/_{2}$, stimmte also wieder genau mit Tönen der führenden Instrumente. Es sollen Gong's auch für andere Töne, ja für die ganze Leiter, vorhanden sein. Es ist ein gutes Zeichen für das siamesische Gehör, dafs selbst bei den Schlaginstrumenten auf so genaue Abstimmung gehalten wird.

Mit dem Tsching, das einen sehr hohen Ton giebt, markirt nach ELLIS' Angabe der Dirigent den Tact; bei unserer Capelle war dies nicht der Fall, sie spielte ohne Dirigent und ohne Tsching; nur zu einem mehr declamatorischen Gesangsvortrag wurde es angewandt, der wesentlich von den übrigen abwich (s. u. IV. B.).

Ausserdem besass die Truppe noch mehrere Khēn's (das *e* sehr lang und mehr nach *ä* hin zu sprechen; in Beschreibungen findet man auch gelegentlich das Synonymon P'hen): Instrumente von gleicher Gattung wie die chinesischen und japanischen Tscheng's, nur gröfser; also Bündel von Pfeifen, die durch ein gemeinschaftliches seitliches Ansatzrohr angeblasen werden, jede Pfeife mit einem besonderen Loch versehen, dessen Verschlufs durch den Finger diese Pfeife zum Tönen bringt. Der Ton wird durch Zungen hervorgebracht (bei den guten Khen's Silberzungen) und ist dementsprechend scharf, oboenähnlich. Die Blasebewegung erfolgt sowohl durch Hineinblasen als durch Aussaugen der Luft. Diese Instrumente werden nur zu Solostücken gebraucht und stimmen mit den übrigen nicht überein. Sie sind den Siamesen von dem tributpflichtigen Bergvolk der Lao's zugekommen. Das von uns untersuchte bestand aus zwei neben einander geordneten Pfeifenreihen zu je 7 Pfeifen und hatte den Umfang h—g^2. Die höchsten Töne kamen schwer heraus.

Das Instrument wird nach Proben, die uns vorgespielt wurden, auch wie ein Dudelsack gebraucht, indem der Grundton *h* festgehalten und darüber eine Melodie gespielt wurde, die für unsere Ohren ungefähr wie im absteigenden H-moll stehend klang.

Endlich waren noch zwei Pi's (Bi's) vorhanden, höchst massive Clarinetten von 5 cm Durchmesser, mit extrem scharfer Klangfarbe.[1] Die Zunge besteht aus 4—5 durch Räucherung gehärteten Palmblattstreifen, die in einem Messingrohr stecken. 6 Löcher an der Seite dienen zur Tonveränderung. Nach diesen Pi's werden angeblich alle anderen Instrumente gestimmt. Der Ton war aber so unerträglich, dafs sich die Untersuchung nicht ohne Ohrenschmerzen hätte vornehmen lassen; überdies ändert er sich ja auch wohl etwas nach der Stärke des Blasens. Auch hier unterscheidet man Pi yai und Pi lek (Oboë). Der Tonumfang beträgt zwei Octaven.

In Siam werden auch Saiteninstrumente gebraucht, die gemäfs Aussage der Musiker nach den übrigen Instrumenten gestimmt werden; doch führten sie keine solchen mit sich.[2] —

Diesen Beschreibungen seien noch einige Angaben über siamesische Instrumente beigefügt, die ich in der Litteratur finden konnte, natürlich mit Uebergehung secundärer Quellen. Auch ältere Notizen können von Bedeutung werden, wenn man entwickelungsgeschichtlichen Fragen näher tritt, sind aber leider sehr spärlich.

Nicolas Gervaise, der 1688 wohl die erste Schrift über Siam herausgegeben[3], berichtet über eine dreisaitige Violine, Trompeten und ein „carillon avec de petites clochettes“, offenbar das heutige Kong, während er das Ranat nicht erwähnt.

Auch De la Loubère, der als aufserordentlicher Gesandter Ludwigs XIV. 1687—88 in Siam weilte, beschreibt[4] das Kong,

[1] Die Siamesen theilen nach Ellis die Instrumente in „leichttönende“ (Mahori), die im Hause gespielt werden, und „schwertönende“ (Bimbat), die nur im Freien gespielt werden; hoffentlich gehört das Pi zu diesen. Auch James Low, der siamesische Musik an Ort und Stelle hörte, sagt: „sie wäre sehr angenehm, wenn nicht 1—2 Blasinstrumente dabei wären, besonders das Pi chanai“. (On Siamese litterature. *Asiatic researches* **20**, S. 353.)

[2] Darüber findet man Näheres bei Ellis und in dem unten citirten Werk von M. E. und A. Brown.

[3] N. Gervaise, Histoire naturelle et politique du royaume de Siam, 1688, S. 129—130.

[4] De la Loubère, Du royaume de Siam, I (1691), S. 261f.

wie es noch heute ist, nur mit geringerem Umfang ($1^1/_2$ Octaven). Aufserdem erwähnt er Schlag- und Saiteninstrumente sowie das Pi („hautbois fort aigres"). Aber auch er sagt auffallenderweise nichts vom Ranat; möglicherweise ist dieses also später erst aufgekommen.

De la Borde erwähnt 1780 das Kong unter derselben Bezeichnung wie die beiden Genannten und sicherlich ihnen folgend.[1] Dagegen bildet er im Tafelnband unter den chinesischen Instrumenten ein echtes Ranat ab, wie es meines Wissens bei den Chinesen nicht vorkommt.

Unter den Neueren erwähnt Carl Engel[2] als im Kensington-Museum vorhanden ein Ranat mit den 19 Tönen g—d^3, angeblich nach der diatonischen Leiter, und ein Khen (The Laos organ).

Chouquet führt in seinem Museumskatalog des Pariser Conservatoriums als dort vorhandenes siamesisches Instrument nur das Khen auf, mit der Angabe, dafs die Pfeifenzahl von 10—16 variire.[3] Das Brüsseler Conservatorium hat nach Mahillon's lehrreichem Katalog[4] ein Khen mit den 14 Tönen A—f^1 und eines mit dem Umfang f—des^2 (Vorzeichnung As-Dur), beide angeblich nach diatonischer Leiter gestimmt; ferner ein Pi, ein Ranat (thum) lek mit den 17 Tönen d—f^2, und ein Kong yai[5] mit den 16 Tönen d—e^3 (die Stimmung allerdings durch Abfallen des Stimmwachses alterirt, aber nach Analogie des Ranat so angegeben). Es wird a. a. O. auch die Beschreibung eines vollständigen siamesischen Orchesters gegeben, welches 4 Ranat's enthalte, 2 hölzerne und 2 metallene, die sich jedesmal wie Discant und Alt zu einander verhalten, 2 Kong's und 3 Klui's.

---

[1] J. B. de la Borde, Essai sur la musique, 1780, I, S. 435.

[2] Carl Engel, Musical instruments in the South-Kensington Museum, 1874, S. 186, 316.

[3] Chouquet, Musée du conservatoire national de musique, 2. éd., 1884. Auch in der Snoeck'schen Sammlung in Gent ist nur ein Khen. (Cat. von Snoeck 1894.)

[4] Ch. Mahillon, Catalogue déscriptif et analytique du musée instrumental du conservatoire royal de musique de Bruxelles, I (2. éd.), 1893, S. 180, 385 f.; II, 1896, S. 78, 92.

[5] Es wird hier auch Kyee-Wain genannt. Dies ist aber, wie ich aus dem sogleich zu erwähnenden Werke von Brown S. 144 ersehe, der Name eines anologen Instruments in Birma.

In dem hübsch ausgestatteten Werk über die Brown-sche Sammlung in New-York[1] findet man ausser Abbildungen eines 17stufigen Ranat's und zweier Pauken eine gute Beschreibung siamesischer Instrumente nach Ellis sowie nach einer mir nicht zugänglichen anonymen Schrift „Notes on Siamese instruments“ London 1885, die indes auch wohl wesentlich aus Ellis schöpft.

Warrington Smyth giebt in seinem Reisewerke eine eingehende Beschreibung des Khen und des Khen-Spiels bei den Lao's.[2] Die vollkommenere Form hat 14 Töne und diese bilden eine absteigende diatonische Mollleiter von $c^1 - a^2$ oder $d^1 - f^2$.

Ellis war der erste, der (mit Hipkins zusammen) ein Ranat, und zwar das obenerwähnte des Kensington-Museums, mit akustischen Hülfsmitteln auf seine genauere Abstimmung untersuchte.[3] Er wandte als Messungsinstrument 100 Stimmgabeln mit verschiebbaren Gewichten an, und drückte die Stimmungsunterschiede in Hundertsteln des temperirten Halbtons (Cents) aus, so daſs also die Octave in 1200 solcher Abtheilungen zerlegt wurde. Er fand nun bei obigem Ranat zunächst eine ganz rätselhafte Scala, aber auch die Octaven stimmten nicht mit einander. Bald darauf hatte er aber Gelegenheit, die im Gebrauch befindlichen Instrumente einer Siamesentruppe zu prüfen und fand die Lösung des Räthsels darin, daſs das Museumsinstrument eben ganz verstimmt war. Die Truppe hatte analoge Instrumente, wie die von mir oben angegebenen, auſserdem auch Saiteninstrumente. Die beiden Ranat's bestimmte Ellis auf ihre Schwingungszahlen. Dieselben sind unten in der Tabelle S. 83 neben den unsrigen aufgeführt.

In den letzten Jahren endlich haben unabhängig von einander Dr. Wallaschek, Docent der Musikwissenschaft in Wien, und Ludwig Riemann, Gesanglehrer in Essen, eine groſse Anzahl exotischer Instrumente in verschiedenen Museen mit Hülfe von Tonmessern untersucht, darunter auch siamesische.[4] Leider hat

[1] Mary E. Brown and Wm. Adams Brown, Musical instruments and their homes, New York 1888.

[2] Warrington Smyth, Five years in Siam, 1898, I, S. 196, 198f.; II, S. 289f.

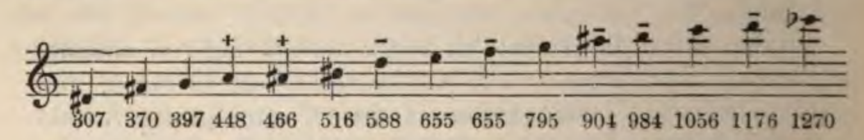
[3] S. die Anfangs erwähnte Abhandlung.

[4] L. Riemann, Ueber eigenthümliche bei Natur- und orientalischen Culturvölkern vorkommende Tonreihen etc., 1899, S. 15.

Wallaschek, Die Entstehung der Scala. *Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Cl.*, **108**, Abth. II, S. 921—922; im Sep.-Abdruck S. 17—18.

aber nicht blos RIEMANN sondern auch WALLASCHEK, der sich doch mit exotischer Musik schon viel beschäftigt und das erste zusammenfassende Werk darüber veröffentlicht hatte („Primitive Music“ 1893), den Verstimmungen der Museumsinstrumente nicht genügend Rechnung getragen. Die Wachsklümpchen auf der Rückseite der Ranathölzer und der Kongglocken sind ihnen entgangen, sonst hätten sie bemerkt, daſs eine Anzahl derselben ganz oder theilweise abgefallen waren. Bei einem Ranat des Berliner Museums für Völkerkunde, das beide Forscher vor Augen gehabt, sind allerdings diese defecten Stimmklümpchen oben angebracht und muſsten gesehen werden. Vielleicht haben sie aber gerade aus dem Umstand, daſs bei einem anderen Ranat an derselben Stelle keine Stimmmassen sich finden, den Schluſs gezogen, daſs dieses Ranat unverändert sei. Sie hätten es nur umzudrehen brauchen!

Ich hege den Verdacht, daſs überhaupt eine ziemlich groſse Anzahl der an exotischen Instrumenten gefundenen angeblichen Leitern, welche die verrücktesten Intervalle enthalten, auf ähnlichen Umständen beruht, daſs man also mit gewissenhaftester Genauigkeit die Schwingungszahlen zufälliger Verstimmungen untersucht hat. Jedenfalls gilt dies von den Leitern der siamesischen Ranat's und Kong's. So führt WALLASCHEK als Leiter eines Ranat im Berliner Museum die folgende an (die Zeichen + und — bedeuten eine geringe Erhöhung und Vertiefung der durch die Noten ausgedrückten Töne, die Zahlen sind die gefundenen Schwingungszahlen; die 6 tiefsten Tasten fehlen, da sie WALLASCHEK kaum meſsbar fand):



Die Töne stimmen überein mit der von RIEMANN angegebenen Ranatleiter (wenn auch RIEMANN nicht Schwingungszahlen giebt, sondern sich einer anderen Bezeichnungsweise bedient); wonach ich nicht zweifle, daſs beide das nämliche Exemplar untersucht haben.

Da nun WALLASCHEK die Inventarnummer des Instruments im Berliner Museum angiebt (*C*, 13981), haben wir dieses Exemplar vorgenommen: es zeigte sich durch Abfallen des Stimmwachses in

so.chem Grade defect, dafs alle Mühe umsonst ist! Viel besser wäre das andere gewesen (*C*, 1759), mit dem auf der oberen Seite und daher günstiger placirten Stimmwachs, ein Ranat ek mit 21 Tasten, wo wenigstens die Tasten 11—19 noch ziemlich unverändert sind. Dieses stimmte allem Anschein nach ursprünglich mit dem unsrer Siamesentruppe gut überein.

Auch die beiden Kong's, die Wallaschek bestimmt hat, haben wir nach den Inventarnummern aufgesucht und sie so defect gefunden, dafs Schwingungszahlbestimmungen ihren Sinn verlieren. Ich bedaure dies umsomehr, als Herr Wallaschek die ganze Untersuchung auf meine Anregung hin unternommen hat. Wegen Zeitmangels mufste sich meine Mitwirkung damals auf Ueberlassung des Tonmessers beschränken, doch erinnere ich mich, ausdrücklich auf mögliche Defecte der Instrumente hingewiesen zu haben.

Das Richtige in dieser Sache ist also, in erster Linie im Gebrauch befindliche Instrumente zu untersuchen, aus Museumsinstrumenten hingegen nur mit Zurückhaltung und unter sorgfältigster Beachtung möglicher Verstimmungsursachen Schlüsse zu ziehen.

II. Die siamesische Tonleiter und ihre muthmaafsliche Entstehung.

Suchen wir nunmehr aus der Tabelle der an den vier Instrumenten gefundenen Töne (S. 74) die siamesische Tonleiter zu erkennen. Die Töne der einzelnen Instrumente stimmen gut mit einander überein und die Octaven zeigen keine gröfseren Abweichungen von der Reinheit, als sie unsere besten Instrumentenmacher begehen würden, wenn sie Holz- oder Glockenclaviere mit so rasch verklingenden Tönen ohne weitere Hülfsmittel zu stimmen hätten. Sie erschienen denn auch mir und Dr. Abraham meist als vollkommen befriedigend. Es kehren daher auch die Tonverhältnisse innerhalb einer Octave mit grofser Genauigkeit innerhalb der anderen Octaven wieder. Man kann in Folge all dieser Umstände an einem festen Princip der Abstimmung nicht zweifeln.

Dieses Princip ist ebenso befremdlich wie einfach. Man theilt die Octave in 7 gleiche Stufen, so dafs jeder Ton zum

nächstfolgenden und zum vorausgehenden ein überall gleichbleibendes Verhältnifs hat. Es ist eine gleichschwebend-temperirte siebenstufige Leiter. Der Unterschied von Ganz- und Halbstufen ist verschwunden, eine zwischen beiden liegende Stufe an die Stelle getreten; die kleine und die grofse Terz ebenso wie die kleine und die grofse Sexte und Septime sind zu einer neutralen Terz, Sexte, Septime zusammengezogen; die Quarte ist erhöht, die Quinte vertieft. Nicht Eines unserer Intervalle ist vorhanden, weder rein noch in den für uns zulässigen Grenzen temperirt.

Dafs dem so ist, ergiebt sich am überzeugendsten in folgender Weise. Da die Abweichungen in Bezug auf die einzelnen Töne, z. B. 423, bei den verschiedenen Instrumenten nur gering sind, bilden wir zunächst einen Durchschnittswerth für jeden Ton, wobei nur die zwei eingeklammerten Zahlen aus den oben angegebenen Gründen wegbleiben. Zu dieser Durchschnittsberechnung werden auch die in der obigen Tabelle weggelassenen, aus den Tonmesserbestimmungen sich ergebenden beiden ersten Decimalstellen herangezogen. Dies giebt in der folgenden Tabelle die Rubriken III bis VII, während I und II die von Ellis auf seinen beiden Ranat's gefundenen Töne enthalten. Die Rubrik V ist fettgedruckt, weil diese Zahlen als besonders genau angesehen werden müssen in Folge des Umstandes, dafs hier eine directe Vergleichung mit den Zungen des Tonmessers möglich war, während bei den übrigen Rubriken untere oder obere Octaven der Zungen verglichen werden mufsten. Die Rubrik VIII enthält sodann die Durchschnittszahlen sämmtlicher homologen Töne auf unseren vier Instrumenten (also erstens der gleichen Töne auf verschiedenen Instrumenten, zweitens der Octaven des jeweiligen Tones) und kann darum als die nächstgenaueste nach V angesehen werden. Diese Durchschnittszahlen sind wieder unter Berücksichtigung der beiden ersten Decimalen gefunden.

Die Rubrik IX giebt nun die theoretisch resultirenden Zahlen der gleichstufigen Leiter, wenn man von einem beliebigen Ton aus, z. B. 423, eine solche Leiter berechnet. Die Berechnung ist mit Logarithmen leicht durchzuführen, man hat nur, da die einzelne Stufe durch $\sqrt[7]{2}$ gegeben ist, den Logarithmus von 2 durch 7 zu theilen (= 0,0430043), diesen Betrag zum Logarithmus der jeweiligen Ausgangszahl zu addiren und wieder die

entsprechende Zahl aufzusuchen. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dafs der Anfangston nicht genau 423, sondern $423^{1}/_{3}$ ist; sonst würden alle folgenden Werthe, da sie aus diesem abgeleitet werden, um wachsende Beträge (wenn auch höchstens um eine Schwingung) zu niedrig ausfallen. In die Tabelle sind aber nur ganze Zahlen aufgenommen.

In Rubrik X und XI sind dann noch die rein-diatonische und unsere temperirte Leiter unter Voraussetzung des gleichen Grundtons $423^{1}/_{3}$ berechnet (letztere durch den Logarithmus unseres temperirten Halbtons = 0,025086).

Ellis[1]		Stumpf und Abraham					Durchschnitt	Berechnet	Diaton.	Temper.	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
		(· 1/4)	(· 1/2)	(· 1)	(· 2)	(· 4)					
421	429	—	420	**423**	421	427	**423**	**423**	423	423	
458	471	—	470	**469**	470	472	**470**	**467**	476	475	
511	522	—	514	**517**	515	518	**516**	**516**	508 529	503 533	(Terzen)
570	570	570	574	**571**	571	572	**572**	**570**	564	565	
632	634	627	628	**629**	629	630	**629**	**629**	635	634	
716	698	696	696	**697**	696	—	**697**	**695**	677 706	672 712	(Sexten)
772	766	767	773	**767**	773	—	**770**	**767**	762 794	754 799	(Septimen)

Nun vergleiche man zunächst die Rubrik V als die maafsgebendste mit der berechneten gleichstufigen Leiter unter IX: die beiden Zahlenreihen fallen fast genau zusammen, die gröfsten Unterschiede betragen zwei Schwingungen, was in Anbetracht der absoluten Schwingungszahlen und der doch immer möglichen kleinen Fehler in der experimentellen Bestimmung gar nicht in Betracht kommt. Aber auch die an zweiter Stelle maafsgebende Rubrik VIII zeigt keine gröfseren Abweichungen als drei Schwingungen. Und selbst die übrigen Rubriken, die die tieferen und

[1] Ellis beginnt die Leitern mit dem Ton 285. Die Schwingungszahlen unter 400 sind darum hier der Vergleichung halber in die höhere Octave transponirt (verdoppelt).

höheren Octaven für sich allein enthalten, weichen nur an zwei Stellen (bei 773) um sechs Schwingungen von der Berechnung ab, einmal um vier, sonst überall um weniger.

Wie grofse Unterschiede begegnen uns dagegen, wenn wir die siamesische mit unsrer diatonischen und temperirten Leiter vergleichen. Die siamesische Terz entfernt sich in der That ebenso von der grofsen wie der kleinen, und noch mehr von den temperirten Terzen, da diese selbst sich mehr als die reinen unterscheiden; ebenso ist es bei den Sexten und den Septimen.

Hiernach betrachte ich die Existenz der gleichstufigen Siebentonleiter bei den Siamesen als völlig sichergestellt. Zugleich aber auch eine bewunderungswürdige Genauigkeit ihres Gehörs in der Herstellung dieser Leiter; zumal wenn man noch in Rücksicht zieht, dafs es sich um Orchesterinstrumente handelte und dafs die Stimmung doch nicht ad hoc, mit der Aussicht auf experimentelle Prüfung mit dem Tonmesser, sondern nur eben für gewöhnliche praktische Zwecke hergestellt war. Ich glaube nicht, dafs unsere Musiker unsere Stimmung unter solchen Umständen so exact zu Tage brächten. Ellis hat eine Probe gemacht, indem er verschiedene Instrumente, Piano's, eine Orgel und ein Harmonium verglich, die durch die Stimmer der Broadwood'schen Fabrik abgestimmt waren.[1] Eines derselben (Nr. 3) hatte allerdings nur Abweichungen bis höchstens $^5/_{100}$ des temperirten Halbtons, andere aber bis zu $^{11}/_{100}$, was in der Octave 400—800 dem mittleren Werth von etwa vier Schwingungen entspricht. Dieses Resultat erzielten also die ausgesuchtesten Stimmer von England; und dabei kommt noch in Rechnung, dafs unsere Stimmer die Schwebungen benutzen, auf deren Abschätzung sie auch ohne wirkliche Zählung eingeübt sind, während die Siamesen ein solches Hülfsmittel nicht benützen, sondern nach dem blofsen Eindruck der auf einander folgenden Töne urtheilen.

Dafs freilich auch unter ihnen mehr und minder gut gestimmte Instrumente benützt werden, zeigen die beiden von Ellis untersuchten Ranat's, die doch auch guten Künstlern angehörten (Rubrik I und II). Ihre Abweichungen sind theilweise

---

[1] S. die Anfangs erwähnte Abhandlung S. 489 (die 7. Reihe kommt hier nicht in Betracht, weil sie durch genaue Abzählung der Schwebungen erzielt ist).

doch so grofs, dafs ich eben darum früher an dem Princip der gleichstufigen Leiter glaubte zweifeln zu sollen und vermuthete, dafs die Siamesen nur gewisse constante Erhöhungen und Vertiefungen innerhalb der diatonischen Leiter gebrauchten, wie wir es z. B. beim Leitton, bei der grofsen Terz thun, nur eben gröfsere. Gegenüber unseren Messungen läfst sich aber eine solche Vermuthung nicht mehr aufrecht erhalten.

Da es immer schon wie eine Erleichterung wirkt, wenn zu einer wunderbaren Thatsache eine zweite gleichartige, sei's auch noch wunderlichere, hinzugefügt wird, so wollen wir hier erinnern, dafs ELLIS bei den Instrumenten einer javanischen Musiktruppe sogar eine gleichstufige Fünftonleiter gefunden hat, deren Stufen theilweise noch mehr von denen unserer Leiter abweichen. Aber die Uebereinstimmung der drei von ihm untersuchten javanischen Instrumente unter einander und die Uebereinstimmung der Durchschnittszahlen der einzelnen Töne mit den theoretisch berechneten fünf Tönen ist eben so genau wie wir sie bei den siamesischen fanden.[1] Sodann hat sich 1887 Prof. J. P. N. LAND in Leyden, hochverdient durch seine Studien über das arabische Tonsystem, nachdem er bereits früher javanische Museumsinstrumente gemessen[2], aus den Hofkreisen des Sultanats von Jogjakarta, „wo die relativ reinsten Ueberlieferungen bis auf den heutigen Tag mit grofser Pietät gepflegt werden“, zwei „als völlig rein und ihres Alters wegen kaum noch veränderlich“ garantirte Saron's (Gestelle mit metallenen Klangstäben, wie die Metallranat's) kommen lassen und ihre Töne sorgfältig mit dem Monochord bestimmt.[3] Nur das eine davon, welches nach dem Salendro-System abgestimmt ist, kommt für uns hier in Betracht (die Javaner haben aufserdem noch ein davon ganz verschiedenes System, Pelog).

LAND giebt die gefundenen Werthe in Hundertsteln unseres temperirten Halbtons (ELLIS' „Cents“) an, wir rechnen sie hier

---

[1] S. auf S. 510 von ELLIS' Abhandlung die Reihen 4 und 13 der Tabelle; sie sind in der sogleich im Text folgenden Tabelle wiedergegeben.

[2] S. die Ergebnisse am gleichen Orte bei ELLIS.

[3] J. P. N. LAND, Die Tonkunst der Javanen. *Vierteljahrsschr. f. Musikwissenschaft* 5 (1889), S. 193f. Ausführlicher in der Vorrede zu J. GRONEMAN's Abhandlung „De Gamelan te Jogjakarta“, *Verhandelingen der Kon. Akademie van Wetenschappen Afd. Letterkunde* 19 (Amsterdam 1890), S. 1f. Die Tontabelle hier S. 22.

in Schwingungen um, und zwar der Vergleichbarkeit halber bezogen auf den gleichen Grundton 270 wie bei ELLIS.[1] Die Messungen LAND's erstrecken sich über vier Octaven, ich setze hierher nur die erste und einen Durchschnitt der Werthe für alle vier Octaven. Diese Werthe weichen für die einzelnen Töne mehr als bei ELLIS von einander ab, doch ist die Mittelziehung der einzige Weg, die Zufälligkeiten in der Abstimmung der einzelnen Töne auszugleichen, und die Uebereinstimmung mit der Berechnung ist denn auch hier eine geradezu glänzende.

ELLIS (Mittel)	LAND (1. Octave)	LAND (Mittel)	Berechnet
270	270	270	270
308	312	310	310
357	357	356	356
411	406	409	409
470	466	472	470

Ich kann es deshalb nicht gerechtfertigt finden, wenn LAND die an den Instrumenten von „Strafsenmusikanten" von ELLIS gewonnene Schlufsfolgerung auf die Existenz einer gleichstufigen Leiter bezweifelt („Met onzen standaard-saron voor mij kan ik die theorie niet overnemen").

In der positiven Ansicht LAND's über die Entstehung der javanischen Leiter liegt jedoch etwas Richtiges, das auch bereits ELLIS nicht entging und auf das wir unten näher eingehen.

Da das Berliner Museum eine gröfsere Anzahl schöner Instrumente aus Java besitzt, verglich ich auch hier die besterhaltenen davon mit den Befunden der beiden Forscher, um ein Urtheil, wenn nicht über die Leiter, so doch wieder über die Beschaffenheit und Zuverlässigkeit der Museumsinstrumente zu gewinnen. Es waren dies 3 Saron's (I C 1205, 1207, 1210) mit je 6 Metallstäben, ferner ein Gambang mit 18 Holzstäben nach

[1] Diese Umrechnung der Cents in Schwingungen kann mit Hülfe der Reductionstabelle bei ELLIS S. 488 bewerkstelligt werden, indem man zum Logarithmus von 270 die dort angeführten Logarithmen der Cents addirt. Für die Berechnung unserer Columne IV sei bemerkt, dafs der Logarithmus für die Stufe der gleichstufigen Fünftonleiter = 0,060206 ist.

Art der siamesischen Ranat's, endlich ein Bonnang d. h. Glockenclavier nach Art der siamesischen Kong's, nur daſs die Glocken in roherer Weise lose zwischen gespannten Bindfäden hingen.[1] Keines dieser Instrumente wies eine Spur von angeklebten Stimmmassen auf; die Stimmung schien nur durch Abschaben und Abschneiden erfolgt zu sein, weshalb man wenigstens bei den Metallstäben zufällige Veränderungen der Stimmung kaum befürchten muſste. Dennoch waren die Ergebnisse wenig befriedigend.

Zwei der Saron's waren offenbar auf genaue Uebereinstimmung angelegt, ein drittes sollte eine Octave tiefer stehen, und bei allen dreien sollte der 6. Stab die Octave des ersten sein. Aber die Absicht war nur unvollkommen erreicht, die Octave nur bei dem tiefen Saron rein, bei den anderen stark zu tief, die einzelnen Töne innerhalb der Octave bis zu 9 Schwingungen verschieden. Kein Wunder, daſs sie auch von der berechneten gleichstufigen Leiter abwichen, besonders waren die zwei ersten Stufen überall zu tief. Die Prüfung war übrigens hier besonders leicht und sicher, da diese Metallstäbe lang genug nachschwingen, um Schwebungen mit den Zungen des Tonmessers zu geben.

Gleichwohl reicht die Uebereinstimmung der drei Saron's noch hin, um beim Zusammenspiel den Eindruck des Unisono zu erwecken. Sie könnten also immerhin in diesem Zustand als Orchesterinstrumente gebraucht worden sein, bei deren Abstimmung aber einige Sorglosigkeit waltete.

Noch schlechter war das Bonnang (ich sage schlechter natürlich nicht wegen geringerer Uebereinstimmung mit der Theorie, was ein Cirkelschluſs wäre, sondern wegen geringerer i n n e r e r Uebereinstimmung). Seine 10 Glocken geben eine doppelte 5stufige Leiter, aber die augenscheinlich zu einander gehörigen Octaven, die homologe Töne geben sollen, sind fast alle sehr unrein. Dennoch waren auch hier an keinem Theil der Glocken Spuren früher vorhandener Stimmmassen zu sehen.

Das Gambang dagegen war in besserer Verfassung. Es enthält auf 18 Stäben 3 Octaven plus 3 Tönen. Die letzten 3

Im Museum sind alle diese Instrumente als Bonnang's bezeichnet. Die obigen Bezeichnungen und gute Abbildungen in STANFORD RAFFLE's ausgezeichneter „History of Java", 1817, I, 469—472. Eingehendere Beschreibungen auch bei LAND und GRONEMAN.

Stäbe stimmten schlecht mit den tieferen Octaven, an einem besonders abweichenden fanden sich auch deutliche Anzeichen späterer Einschnitte. Im Uebrigen aber fiel nur eine Taste offenbar aus der Stimmung und eine andere war tonlos. Folgendes die Zahlen der 3 Octaven, wie sie am Tonmesser bestimmt wurden, dann der Durchschnitt daraus mit Projection in eine Octave, endlich die berechnete gleichstufige Leiter auf dem Grundton 336.

Beobachtet			Mittel der Beobachtungen	Berechnet
1. Octave	2. Octave	3. Octave		
673/4	673/2	670	336	336
760/4	760/2	765	381	385
432/2	428	433 · 2	431	443
?	504	507 · 2	505,5	509
(585/2)	567	570 · 2	568,5	585

Man sieht: die Uebereinstimmung der Octaventöne untereinander ist gut genug, um die Durchschnittszahlen als die ungefähr intendirte Stimmung dieses Instruments erscheinen zu lassen, aber die Uebereinstimmung dieser Durchschnittszahlen mit der Theorie der gleichen Stufen ist so mangelhaft, daſs man daraus nichts weniger als eine Bestätigung ableiten könnte. Ich enthalte mich der Vermuthungen, wie die besondere Stimmung dieses Instruments zu Stande gekommen. Abstract denkbar bleibt es natürlich, daſs zuerst eine seiner Octaven nachlässig gearbeitet, die anderen dann aber in gute Uebereinstimmung damit gebracht wurden, doch ist die Verbindung von Nachlässigkeit in der einen und Sorgfalt in der anderen Beziehung psychologisch nicht wahrscheinlich. Es handelt sich auch nicht etwa um ein Pelog-Instrument, da das Pelog-System 7 Töne in der Octave und ganz ungleiche Intervalle aufweist.

Nachträglich finde ich auch im Appendix von Ellis' Abhandlung (S. 1107) ein Gambang mit 18 Holzstäben erwähnt, das, gleichfalls bei guter Octavenbeschaffenheit, eine nach der absoluten Tonhöhe wie nach den Verhältnissen sehr ähnliche und der Intention nach augenscheinlich mit der unseres Gambang zusammenfallende Scala besaſs (338, 379, 455, 498, 560);

während ein anderes mit 17 Stäben, wiederum bei guten Octaven, andere undeutbare Verhältnisse aufwies. Hier scheinen also doch noch andere Scalen vorzuliegen. Ellis hält es für sehr zweifelhaft, ob eine von diesen Scalen jetzt noch in Java existire.

Jedenfalls kann man nicht zweifeln, daſs im Fall eines Widerspruchs zwischen mehreren im Gebrauch befindlichen Instrumenten, deren Stimmung deutlich auf ein einfaches Princip zurückgeht, und einem oder mehreren Museumsinstrumenten, deren Schwingungszahlen keine einfachen Verhältnisse zeigen, die ersteren für die Beurtheilung des Tonsystems zunächst maſsgebend sein müssen.

Haben wir nun also in Java wie in Siam mit gleichstufigen Systemen zu rechnen, so ist damit das Räthsel doch noch nicht gelöst, sondern nur etwas verallgemeinert, und wir müssen uns nunmehr zu der Frage wenden, die sich jedem Sachverständigen sofort aufdrängt:

Wie konnte man ohne Wurzelausziehen und Logarithmenrechnung zu solchen Leitern gelangen?

Sie widersprechen ja allem was wir über die Motive sogenannter natürlicher Leiterbildungen anzunehmen pflegen. Das einzige Princip, das feste natürliche Abschnitte für unsere Gehörsempfindung darbietet, ist das der Consonanz. Einerlei wie man sie näher definire und woran man sie erkenne, sie ist jedenfalls ein sinnlich wahrnehmbares Phänomen. Sie braucht nicht zuerst berechnet zu werden, sondern konnte sich dem Ohr des uncivilisirten Menschen wie andere sinnliche Erscheinungen darbieten. Ja sie würde sich in gleicher Weise dargeboten haben, auch wenn keine rationellen und einfachen Zahlenverhältnisse ihr zu Grunde lägen. Von diesem Princip haben denn auch die Siamesen Gebrauch gemacht, aber (scheinbar wenigstens) nur in dem Fall der Octave, nicht innerhalb des Octavenraums. Was konnte sie veranlassen, gerade 7 Stufen in der Octave und gerade diese bestimmten Stufen zu unterscheiden, und wie konnten sie deren Gleichheit ohne mathematische und physikalische Hilfsmittel so genau durch das bloſse Ohr erkennen?

Natürlich braucht diese Leiter nicht gerade in Siam entstanden zu sein. Aber irgendeinmal und irgendwo ist sie entstanden, und es müssen ganz bestimmte Anlässe dazu geführt haben. Wenn nun auch selbstverständlich nicht mehr als bloſse

Vermuthungen hierüber möglich sind, so werden solche doch schon zur Prüfung und Erweiterung unserer psychologischen Begriffe von Nutzen sein.

Ich vermuthe, dafs die Siebenzahl hier in erster Linie nicht durch musikalische sondern durch allgemeinere, in der allverbreiteten Zahlenmystik liegende Motive bedingt ist. Die Siebenzahl spielt, wie dies öfters und noch kürzlich (auf der Anthropologenversammlung in Halle 1900 durch v. Andrian-Werburg) ausgeführt worden, in allen Theilen des asiatisch-europäischen Culturgebiets eine mächtige Rolle. Sie ist insbesondere vom Buddhismus hochgehalten, und der Buddhismus ist die Religion der Siamesen. Ein gleichartiges Motiv dürfte der javanischen Leiter zu Grunde liegen, da auch die Fünfzahl bei verschiedenen asiatischen Nationen als heilig gilt. Die chinesischen Theoretiker stützen sogar ausdrücklich den Gebrauch einer fünfstufigen Leiter, die dort allerdings keine gleichstufige ist, auf metaphysisch-mystische Gründe. Mögen sie auch in diesem Fall erst nachträglich hineininterpretirt sein: in unserem Falle läfst sich schwer ein anderes Motiv als ursprünglich wirkendes ersinnen. Denn nur wenn man das Consonanzprincip innerhalb der Octave durchführt, ergibt sich die Beschränkung auf eine bestimmte Anzahl von Stufen mit Nothwendigkeit; man braucht nur den Ausschlufs von Verwandtschaften jenseits des zweiten Grades und die Vermeidung sehr kleiner, schwer erkennbarer Unterschiede noch hinzuzunehmen. Darum braucht unsere Siebenzahl in keiner Weise auf der Mitwirkung der Zahlenmystik zu beruhen: aber wenn man auf Tonunterschiede überhaupt ausgeht, ohne Rücksicht auf Consonanz, so kann man an sich ebensogut 6 oder 11 oder 15 wie 7 Töne in der Octave unterscheiden. Hier mufs also wohl ein aufsermusikalisches Princip mitgewirkt haben.

Die nächste Frage wäre, wie man gerade zur gleichstufigen und keiner anderen Siebentheilung gelangte. In dieser Hinsicht ist zu bedenken, dafs gleichstufige Leitern für den Gebrauch doch ihre grofsen Vortheile haben. Man kann auf einem so gestimmten Instrument eine Melodie auf jedem beliebigen Ton anfangen, sich jedem Sänger anbequemen, die Verhältnisse bleiben immer dieselben. Jede Melodie ist ohne Weiteres auf der Tonreihe verschiebbar wie eine Figur auf einer Fläche von constantem Krümmungsmaafs. Solche Leitern sind

Leitern im wörtlichsten Sinn, da man Leitern doch mit gleichen Sprossenabständen zu bauen pflegt. Thatsächlich sind denn auch Transpositionen in der siamesischen Musikpraxis, wie ich beobachtet habe, etwas sehr Gewöhnliches.

Unsere 12stufige temperirte Leiter würde, da auch sie gleiche Stufen enthält, die nämlichen Vortheile bieten. Aber abgesehen davon, daſs die einzigen Instrumente, welche die 12 Töne nebeneinander angeordnet in fester Abstimmung enthalten (Tasteninstrumente), den Vortheil durch eine unnöthig complicirte Anordnung der Tasten wieder illusorisch machen, sind ja diese 12 Töne keine Leiter im engeren Sinn, sondern nur ein Vorrath von Tönen, innerhalb dessen Ausweichungen stattfinden. Unsre Melodien stehen, von Durchgangstönen u. dgl. abgesehen, doch immer in einer diatonischen 7stufigen Leiter. Auch bringt jede Verschiebung um eine oder mehrere Stufen in unserem Tonbewuſstsein thatsächlich Stimmungsänderungen hervor, die dem temperirten System widersprechen (das *A* in *C*-Dur ist nicht dasselbe wie in *D*-Dur), nur daſs diese kleinen Aenderungen bei rascheren und complicirteren Gängen, für Durchschnittsohren auch bei einfacheren, unbemerkt bleiben.

Insofern stellt das siamesische (und das javanische) Tonsystem eine einfachere, apriori näherliegende und leichter zu behandelnde Form der Octaventheilung dar. Natürlich kann andererseits gerade die gröſsere Mannigfaltigkeit der Intervalle, der Tonarten etc. als ein ästhetischer Vorzug geltend gemacht werden, ganz abgesehen von dem Princip der Consonanz und Verwandtschaft, das consequent nur in der Diatonik durchgeführt ist, und von der Möglichkeit einer harmonischen Musik, die mit jener Form absolut unvereinbar ist. Aber man begreift wenigstens, daſs in primitiveren Musikformen das Streben nach Gleichstufigkeit die Ueberhand gewinnen konnte gegenüber der Weiterentwickelung des Consonanzbewuſstseins.

Bei dieser Betrachtung scheint nun aber, wenn die Leiter nicht durch Rechnung sondern durch's bloſse Gehör gebildet wurde, die Voraussetzung erforderlich, daſs die aufeinanderfolgenden geometrisch gleichen Stufen auch in der Empfindung als gleiche Tonabstände sich darstellen. Diese Voraussetzung ist unter den Psychologen nicht allgemein zugestanden, im Gegentheil heute fast allgemein aufgegeben. Ich meine, daſs wir den Proceſs revidiren müssen und

dafs gerade in dieser Richtung unsere thatsächlichen Befunde eine Bedeutung über die Musiktheorie hinaus gewinnen.

Früher hatten E. H. Weber und Fechner die obige Voraussetzung als eine sichere angenommen. Sie leiteten ihre Sicherheit ab aus der Thatsache, dafs unsere Intervalle in jeder beliebigen musikalisch gebräuchlichen Tonregion wiedererkannt werden, sobald nur das nämliche Verhältnifs der Schwingungszahlen stattfindet; die Quinte z. B. bei dem Verhältnifs 2 : 3. Die Differenz der Schwingungszahlen wird natürlich immer gröfser, je höher die Töne liegen (300—200, 600—400, 1200—800 u. s. w.), aber das Verhältnifs bleibt dasselbe. Diese durch das Gehör seit Jahrtausenden bestätigte Thatsache erschien jenen Forschern als eine nothwendige Folge und eclatante Bestätigung eines auch sonst geltenden allgemeinen psychophysischen Grundgesetzes, und sie beachteten darum nicht, dafs schon in der Uebertragung der Thatsache von unseren Intervallen auf Tonintervalle bez. Tonabstände überhaupt eine durch die Thatsachen nicht unmittelbar garantirte Verallgemeinerung lag. Wird das, was bei den einfachen Verhältnissen 2 : 3, 3 : 4 gilt, auch gelten bei 131 : 257 u. dgl.?

Spätere erhoben denn auch den Einwand, dafs unsere Intervalle keineswegs durch Abschätzung von Tonabständen entstanden sind, sondern durch Consonanzurtheile, dafs daher aus der Wiederkehr eines gleichen Consonanzgrades bei gleichem Zahlenverhältnifs gar nichts auf das Verhalten unseres Bewufstseins gegenüber Tondistanzen geschlossen werden kann. Die Quinte ist immer dieselbe Consonanz: ob immer derselbe Abstand, kann man daraus nicht entnehmen.

Wundt, der früher auf Seiten Weber's und Fechner's gestanden, glaubte jetzt sogar auf Grund höchst ausgedehnter Laboratoriumsversuche behaupten zu sollen, dafs ein gleicher Tonabstand für unsere Empfindung statt bei gleichem Verhältnifs vielmehr bei gleicher Differenz der Schwingungszahlen stattfinde; wonach also z. B. nicht 4 : 6 : 9 als aufeinanderfolgende gleiche Tonabstände erscheinen müfsten, sondern 4 : 6 : 8.

Dafs dies erst recht unmöglich ist und dafs die Versuche wegen grober Fehlerquellen vergeblich waren, habe ich gezeigt.[1]

[1] Ueber Vergleichungen von Tondistanzen. *Zeitschr. f. Psychol.* **1** (1890), S. 419 f.

Die Fehlerquellen bestanden einmal in der Anwendung obertonreicher Klänge statt einfacher Töne[1], sodann besonders in der Einwirkung unserer musikalischen Gewohnheiten. Zwischen 400 und 800 mag uns wohl 600 als genaue Mitte erscheinen, aber das Urtheil ist nicht frei, sondern beeinflufst durch die uns zur zweiten Natur gewordene Eintheilung unserer Leiter, durch den Umstand, dafs in der mittleren Gegend der Octave die „Dominant" liegt, der nach der Tonica wichtigste Ton, die nächste Verwandte der Tonica nach der Octave. Nicht also die Abstandsmitte, sondern der musikalische Schwerpunkt hat das Urtheil so bestimmt und genau gestaltet. Für die alten Griechen war dagegen die „Mese" nicht unsere Dominante, sondern die Unterdominante (*e* zwischen *H* und *h*); und wenn auch der Name Mese ursprünglich nur daher rührte, dafs der siebensaitigen Lyra der obere Octaventon fehlte, also „Mese" einfach die mittlere Saite bedeutete, so wird doch in den pseudo-aristotelischen Problemen über Musik der Name auch für die Quarte innerhalb der vollen Octave (zwischen Nete und Hypate), wo er äufserlich genommen sinnlos erscheint, psychologisch gerechtfertigt und ausdrücklich der Abstand von *H* zu *e* und von *e* zu *h* als gleich erklärt. Der Grund liegt darin, dafs für die musikalische Auffassung der Alten eben dieser Ton den Schwerpunkt bildete.[2] Ebenso wenn wir innerhalb der Quinte 400 : 600 den Ton 500 als Mitte angeben, so ist dies eben die Durterz, das musikalische Centrum innerhalb dieses Raumes nach unseren Gewohnheiten; für solche, die vorwiegend in Moll musicirten, würde 480 an die Stelle treten. Selbst Unmusikalische hören genug Musik, um unwillkürlich durch solche Gewohnheiten bestimmt zu werden. Bei musikalisch ungebräuchlichen Intervallen wurde daher das Urtheil in jenen Versuchsreihen auch weit unsicherer.

So ist es denn auch davon still geworden, und die Theorie der arithmetischen Mitte scheint noch todter wie die der geometrischen. Denn die letztere führt wenigstens nicht geradewegs zu Absurditäten, wie die erstere, nach welcher man,

---

[1] Ueber die damals (1891) angekündigten Versuche mit einfachen Tönen ist Weiteres nicht in die Oeffentlichkeit gedrungen.

[2] Nur auf diesem psychologischen Wege sind sonst ganz unverständliche Stellen zu erklären. S. meine Schrift „Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik" in den *Abhandlungen der Berliner Akademie* 1896, S. 13 und 30.

wenn zu einer beliebigen noch so hoch liegenden Octave eine ihr gleiche Tondistanz nach unten gesucht wird, stets den Ton Null findet (8000 — 4000 = 4000 — 0).

Thatsachen wie die der siamesischen Leiter, auch die der javanischen, können nun wirklich benützt werden, um die ältere Anschauung WEBER's und FECHNER's in gewissen Grenzen zu rehabilitiren. Denn die durch das bloſse Gehör festgestellten Tonstufen entsprechen hier in der That gleichen Verhältnissen, nicht gleichen Differenzen, der Schwingungszahlen. Die erwähnte Fehlerquelle aber besteht hier nicht, weil diese Nationen eben nicht durch eine schon im Bewuſstsein eingewurzelte Eintheilung auf Grund des Consonanzprincips und durch verkehrte Versuche in psychologischen Laboratorien an reinen Distanzschätzungen verhindert werden.

Wollen wir uns so eng als möglich an die Thatsachen halten, so werden wir allerdings der psychophysischen Formel nur in gewissen Grenzen Gültigkeit zuschreiben, wie ja auch FECHNER selbst Grenzen wenigstens nach oben und unten statuirte. Wir werden dann nicht bedingungslos schlieſsen, daſs gleiche Schwingungsverhältnisse überhaupt sich in der Empfindung als gleiche Abstände darstellen, sondern nur: daſs innerhalb der mittleren Tonregion, wie sie hier gebraucht wird, die zu gleichen Schwingungsverhältnissen gehörigen Tonabstände für die Empfindung sich nicht oder nur um einen sehr geringen, unmerklichen Betrag verändern. Bei gröſseren Intervallen (vielleicht schon von der Quinte an) und bei Vergleichungen von Intervallen aus verschiedenen Tonregionen kann der Betrag der Veränderung immerhin merklich werden; und ich meine nach eigenen früher erwähnten Beobachtungen, daſs dies auch wirklich der Fall ist.

Man könnte noch eine andere Einschränkung beantragen: daſs nämlich das Gesetz doch nur gelte für das Gehör der Ostasiaten, an dem es gefunden sei. Ob man diese Einschränkung für nöthig hält, hängt davon ab, ob man es glaublich findet, daſs die Sinnesorgane und Sinnescentren der Menschenrassen in Hinsicht der reinen Empfindungsqualitäten so fundamental verschieden gebaut seien, daſs die Abstände $\alpha - \beta$ und $\beta - \gamma$ zweier Empfindungspaare für die eine Rasse gleich, für die andere ungleich wären, was mir keineswegs wahrscheinlich dünkt. Ueberdies stellen die Siamesen nichts weniger als eine einheitliche

Rasse, vielmehr eine sehr gemischte Bevölkerung dar, der man nicht ohne die gröfste Unwahrscheinlichkeit eine unterscheidende Eigenthümlichkeit im Baue der Sinnescentren zuschreiben könnte. Wie sparsam man mit solchen Annahmen sein mufs, zeigen ja auch Behauptungen über Blaublindheit ganzer Nationen, die sich als irrthümlich erwiesen haben. Die Richtung der Aufmerksamkeit, die Gewohnheiten der Auffassung, die Gefühlsbetonung der Sinneseindrücke — das alles variirt in hohem Maafse; die Sinneseindrücke selbst nur in relativ geringem. Und so werden auch die Unterschiede der Sinneseindrücke und ihre Beziehung zu den Unterschieden der Sinnesreize schwerlich so fundamentalen Umwandlungen in historischen Zeiten oder solchen Verschiedenheiten innerhalb der gegenwärtigen Rassen unterworfen sein. Nur die Beurtheilung der Sinneseindrücke und ihrer Verhältnisse zu einander ist im einen Fall mehr durch diesen, im anderen Fall durch jenen Umstand (Consonanz—Distanz) bestimmt.

So kommt also doch aus Siam einiges Licht über jene vielbehandelte Frage der Psychophysiker: dem Fechner'schen Gesetz erwächst an Stelle der früheren vermeintlichen Bestätigung eine wirkliche. Während unsere Intervalle, auf die Fechner seinen Beweis stützte, im Grunde nur zufällig mit den Forderungen des Gesetzes zusammentreffen, da sie einen principiell anderen Ursprung haben, lassen sich die Intervalle gleichstufiger Leitern, von welchen Fechner keine Ahnung hatte, allem Anschein nach nicht ohne solche Voraussetzung begreifen.[1] —

[1] Der logischen Correctheit halber möchte ich in Sachen der Psychophysik sogleich noch Folgendes dazu anmerken. Ganz genau gesprochen ist es nicht so sehr eine Bestätigung des Fechner'schen „Gesetzes", die sich ergiebt, als vielmehr nur die Bewährung einer logarithmischen Formel für Empfindungsabstände auf dem qualitativen Gebiet. Nehmen wir einmal an, dafs eine gleiche Formel auf dem Gebiete der Empfindungs-Stärken, von welchem Fechner ausging, sich ausnahmslos in der Erfahrung bestätigt gefunden hätte, so würde man doch nicht ohne Weiteres berechtigt sein, die gleichen Formeln als Fälle Eines Gesetzes zu bezeichnen. Denn es könnten bei näherer Zergliederung sehr verschiedene Ursachen sich herausstellen, die in den beiden Gebieten ein analoges Verhalten der Empfindungen bedingen; ja sie könnten das eine Mal (bei den Intensitäten) in der Reactionsweise der äufseren Organe, das andere Mal (bei den Qualitäten) in der Natur der centralen Gehirnprocesse liegen. Dies also hier nur nebenbei, um zu weit gehenden Schlüssen vorzubeugen.

Nun muſs aber eine wesentliche Ergänzung zu unseren Betrachtungen über die Genesis der gleichstufigen Leitern noch beigefügt werden. Wenngleich Distanzschätzungen dabei eine ganz wesentliche Rolle gespielt haben müssen, so weisen doch bestimmte Thatsachen darauf hin, daſs auch diese Leitern nicht ganz ohne Mitwirkung des Consonanzbewuſstseins entstanden sind, auch abgesehen von der Fixirung der Grenzen durch die Octave. In den siamesischen Orchesterstücken fällt der häufige Gebrauch simultaner Quarten neben den Octaven auf. Die Quarte, zugleich das einzige Intervall, das auſser der Octave einen besonderen Namen hat, wird denn auch zum Abstimmen der Instrumente gebraucht, wie ich mich durch Versuche und Fragen überzeugte; wobei sie allerdings etwas erhöht genommen und der successive Anschlag dem simultanen vorgezogen wird. Man stimmt zuerst die Octave, dann geht man von beiden Octaventönen je eine Quarte nach innen; und wahrscheinlich so durch Quarten weiter.

Nimmt man hierbei zunächst alle Quarten rein, so kommt man bekanntlich auf die pythagoreische Tonleiter; und da reine Quarten durch ihre Consonanz für das Gehör ausgezeichnet sind, so lieſse sich denken, daſs eine Leiter von pythagoreischer Stimmung die Vorgängerin der siamesischen gewesen, sei es, daſs sie wirklich im Gebrauch war oder daſs sie von den Erfindern (denn bei den Leitern darf man, zumal wenn sie an Instrumenten hergestellt werden, wohl von Erfindern reden) sogleich der Umbildung unterworfen wurde. Diese Umbildung erfolgte auf Grund der Tendenz, die auffälligen Ungleichheiten der Stufen zu tilgen und so die oben erwähnten Bequemlichkeiten zu erzielen. Man probirte eben an den Instrumenten so lange herum, bis keine merklichen Unterschiede des Tonabstandes mehr vorhanden waren, und dieses Verfahren kann man sich Jahrhunderte lang fortgesetzt denken, wie es Jahrhunderte dauerte, bis unsere gleichschwebend temperirte Stimmung durchdrang. Instrumente mit festen Klangquellen, wie die Kong's und Ranat's, sind für die Ausbildung des musikalischen Bewuſstseins in solchen Fällen von der gröſsten Bedeutung.

Unter dem fortwirkenden Einfluſs der Tendenz nach Gleichstufigkeit muſste sich so einerseits das Abstandsurtheil mehr und mehr zu der jetzigen Vollkommenheit entwickeln, andererseits gewöhnte man sich immer mehr an die Temperirung (Erhöhung)

der Quarte, die sich zu diesem Zwecke nothwendig erwies. Es entstand dadurch auch ein eigenthümlicher Gefühlswerth, der sich an dieses Intervall gerade in seiner temperirten Stimmung heftete, ähnlich wie wir die etwas vergröſserte Terz, ja selbst die etwas vergröſserte Octave unter bestimmten Umständen mit Regelmäſsigkeit vorziehen.[1] Ja es konnte dieser Gefühlscharakter sich zu solcher Intensität entwickeln, daſs er feinere Abweichungen von der erstrebten temperirten Stimmung noch merklich werden lieſs, als das bloſse Consonanzurtheil sie bei reiner Stimmung bemerkt hatte. In dieser Hinsicht erinnere ich daran, daſs auch für die feinste Abstimmung unserer maaſsgebenden Intervalle (Octave, Quinte, Terz) nicht das Consonanzkriterium an sich das Entscheidende ist, sondern das allmählich zu viel gröſserer Empfindlichkeit herangewachsene „Reinheitsgefühl".[2]

So können wir die Urgeschichte dieser eigenthümlichen Leiterform uns verständlich machen. Sind es auch Hypothesen, so stützen sie sich doch auf die an den Siamesen gemachten Wahrnehmungen in Verbindung mit den Analogien unserer eigenen Erfahrung.

Man kann noch hinzufügen, daſs nicht nur für die Quarte, sondern auch direct für die einfache Tonstufe des so gebildeten gleichstufigen Systems (= 1,7 unseres temperirten Halbtons) sich allmählich ein bestimmter charakteristischer Gefühlswerth herausbilden muſste, so daſs nunmehr die innerhalb der (vergröſserten) Quarten $c — f$ und $c^1 — g$ gelegenen Töne ohne weitere Fortsetzung des Quartencirkels aus dem Stegreif gestimmt werden können. Doch ist es mir nicht gelungen, zu ermitteln, ob die siamesischen Instrumentenbauer und Musiker beim Abstimmen den durchgeführten Quartencirkel (mit Octaventransposition in einem Fall) benutzen oder ob sie die beiden ersten nach ihrem Gefühl temperirten Quarten direct durch je zwei Eintonstufen ausfüllen.

In ähnlicher Weise können wir uns nun auch die Ursprünge der javanischen Salendro-Leiter vorstellen. Die Tendenz nach Gleichstufigkeit führte hier zusammen mit der Autorität der Fünfzahl dazu, die ursprünglich consonante Quarte nach der Minusseite zu temperiren, da eben nur so fünf gleiche Stufen

---

[1] Vgl. die Ergebnisse im vorigen Heft dieser „*Beiträge*", S. 127—128.

[2] Siehe ebendaselbst S. 155 f.

herauskommen. Die reine Quarte hat 498 Hundertstel unseres temperirten Halbtons, sie mufste bis auf 480 erniedrigt werden. Dann erhielt man, wie ELLIS bereits ausgeführt hat (a. a. O. 511), durch zwei solche Quarten von c und c^1 (= 1200) die Töne 480 und 720 (= 1200 − 480), und weiter von diesen aus durch gleiche Quartenschritte die Töne 960 und 240, womit die gleichstufige Fünftonleiter gegeben ist. Es könnten aber auch hier statt dessen, nachdem einmal das Intervallgefühl sich in dieser Richtung ausgebildet hat, bei der Abstimmung innerhalb der zwei ersten temperirten Quarten $c - f$ und $c^1 - g$ sogleich direct die zwei mittleren Töne genommen werden.

LAND denkt sich das Verfahren etwas anders. Die Quarten $c - f$ und $c^1 - g$ würden nicht temperirt, sondern als reine intendirt, wenn auch natürlich nur annähernd getroffen. Innerhalb dieser reinen Quarten sei dann je ein leidlich in der Mitte liegender Ton eingesetzt. [1]

Nun ist es richtig, dafs bei einer gleichstufigen Fünftonleiter der dritte und vierte Ton ziemlich nahe an unser f und g herankommen. Wenn wir, wie oben, 270 als Grundton nehmen, so wäre die reine Quarte 360, die reine Quinte 405: die entsprechenden Töne des gleichstufigen Fünftonsystems sind 356 und 409, die von ELLIS und LAND thatsächlich gefundenen bezw. 357 und 411, 356 und 409.

Immerhin sind die beiden Quarten $c - f$ und $c^1 - g$ doch auch nach LAND's Beobachtungen thatsächlich in Java zu klein (beide Male um vier Schwingungen), und so erscheint mir ELLIS' Anschauung als die angemessenere, wie sie ja auch mit unserer Erklärungsweise für die siamesische Leiter correspondirt. Ohne Mitteschätzungen, also ohne Distanzurtheile, kommt doch auch LAND nicht aus, der Unterschied ist nur, dafs er (soviel ich sehe) die Gewöhnung an temperirte Quarten in seiner Erklärung umgehen möchte.

Historisch führt er die Salendro-Leiter auf chinesische Einflüsse zurück. [2] Die siamesische könnte wohl auf Indien zurück-

---

[1] Tonkunst der Javanen (s. o.) S. 199.

[2] LAND hat auch das Tonsystem auf Bali nach Instrumenten untersucht, worin er eine ältere Entwickelungsstufe des javanischen vermuthet, fand hier aber nur ein Pelog-System, nicht die fünfstufige Leiter. S. *„Feestbundel van Taal-, Letter-, Geschied- en aardrijkskundige Bijdragen . . . . aan Dr. P. J. VETH“* (1894), S. 13 f.

gehen. In dieser Hinsicht fühle ich mich jedoch nicht Ethnologe und Historiker genug, um positivere Vermuthungen aufzustellen. Jedenfalls hat in beiden Fällen eine Umgestaltung im Sinne der Gleichstufigkeit stattgefunden, da weder China noch Indien, soweit unsere bisherigen (allerdings nicht genügend exacten) Kenntnisse reichen, gleichstufige Leitern kennen.

Das Ergebnifs der letzten Untersuchungen ist also dieses: Bei der Entstehung der gleichstufigen Leitern ist aufser der Octaven- auch die Quartenconsonanz betheiligt gewesen.[1] Aber da die Intention auf Herstellung einer bestimmten Zahl gleicher Tonabstände innerhalb der Octave gerichtet war, wurde die Quarte mit der Zeit in entsprechender Weise (bei der siebenstufigen nach der Plus-, bei der fünfstufigen nach der Minusseite) temperirt. Bei uns hingegen ist das Consonanzkriterium bei der ganzen Bildung der Leiter ausschlaggebend, indem auch die übrigen Consonanzen mit zur Bildung der Leiter verwendet und die genaue Stimmung der Leitertöne ausschliefslich durch sie fixirt worden ist. Dennoch spielt auch bei uns das Distanzprincip in secundärer Weise mit, wie Helmholtz bereits hervorhob (vgl. auch diese Beiträge I, 68 f.). So beruhen die gleich- wie die ungleichstufigen Leitern auf einem Zusammenwirken beider Factoren, nur dafs ein Mal das Distanzprincip, das andere Mal das Consonanzprincip das eigentlich maafsgebende ist.

Bezüglich der siamesischen Leiter kommt aber noch ein sehr wesentlicher Punkt in Betracht, durch welchen sie sich in der Praxis den Consonanzleitern annähert: Die siamesische Musik macht fast in allen Stücken, die ich hörte, und in denen, die bereits aufgezeichnet sind, unter den sieben verfügbaren Leitertönen Werthunterschiede in der Art, dafs nur fünf Töne den Körper der Melodien bilden, die beiden übrigen hingegen fast nur als Durchgangspunkte gebraucht werden. Und zwar fällt, wenn man nach der ganzen Beschaffenheit des Stückes

---

[1] An Stelle der Quarte könnte natürlich auch die Quinte dieselben Dienste thun. Man mag es wahrscheinlich finden, dafs auch sie bei der Controle der Stimmung benützt wird, da es für uns immerhin auffällig sein mufs, dafs die vollkommenere Consonanz der Quinte aufser Spiel bleiben soll. Doch habe ich keine bestimmteren Anhaltspunkte dafür gefunden (aufser der S. 107 unten erwähnten Beobachtung über *G—C—g*).

einen bestimmten Ton als Grundton annimmt (wofür immer deutliche Anzeichen vorhanden sind), die Quarte und die Septime in solcher Weise hinaus; sie gehören zu den unwesentlichen, die übrigen zu den wesentlichen Tönen. Aehnlich verhält es sich auch bei der siebenstufigen Pelog-Leiter der Javanen. Jene unwesentlichen Töne sind es nun aber besonders, die durch ihre Abstimmung unser Gehör verletzen. Man kann den siamesischen Dreiviertelston bei nicht allzuscharfer Aufmerksamkeit recht wohl als Ganzton und eine siamesische Doppelstufe als Terz hören (grofse oder kleine, jenachdem es pafst): aber jedesmal, wenn der Dreiviertelston an der Stelle unseres Halbtons auftritt, giebt es uns einen Stofs (Beispiele s. unten). Da merken wir den principiellen Widerspruch mit unserem System, für das gerade die Halbtöne unbedingt erforderlich und charakteristisch sind. Wenn man darum auf dem Ranat beispielsweise das Feuerzaubermotiv von R. Wagner oder eine beliebige schottische Melodie spielt, worin die Halbstufen bekanntlich auch nicht vorkommen, so findet man sie ganz verständlich und kaum verändert.

In dieser Auswahl unter den sieben disponiblen Stufen scheint sich mir nun ein weiterer Einflufs des Consonanzbewufstseins zu offenbaren. Die sozusagen anstöfsigsten Producte der reinen Distanzleiter werden aufser Dienst gestellt. Diese Fünfstufenleiter ist eine Art Compromifs; sie vereinigt die Vortheile der gleichen Stufen mit denen der Consonanz, freilich nicht ohne die Opfer jedes Compromisses, indem sie in der einen Hinsicht gewisse Stufen in den Hintergrund drängt, in der anderen Hinsicht die Reinheit erheblich alterirt.

Es ist mir übrigens bei den eigenen Versuchen an siamesischen Instrumenten eine Eigenthümlichkeit des Gehörs, die früher schon meine Aufmerksamkeit erregte [1], in hohem Maafse aufgefallen: dafs es nämlich in der Auffassung der Intervalle starker Accommodationen fähig ist; bestimmter ausgedrückt: dafs es diejenigen Töne und Intervalle hineinhört, die seiner Gewöhnung unter den vorliegenden

---

[1] S. Tonpsychologie II, S. 114, 399f. (wo der Einflufs gleichzeitiger Töne in dieser Hinsicht besprochen und auch bereits auf javanische Partituren hingewiesen ist. Statt „chinesisch" mufs es aber dort heifsen „japanesisch").

Umständen am besten entsprechen. Dies geht hier so weit, dafs wir dieselbe neutrale Terz einmal deutlich als grofse, ein anderes Mal deutlich als kleine fassen. Wenn man, von einer Taste des Ranat ausgehend, successive die dritte und fünfte anschlägt, so glaubt man einen offenbaren Durdreiklang zu hören, den man vielleicht nicht als vollkommen rein erkennt, über dessen Dur-Charakter man aber nicht im Zweifel ist. Schlägt man dann weiter die dritte, fünfte und siebente Taste an, so hört man eben so deutlich einen Molldreiklang, obschon das Verhältnifs der Töne genau dasselbe ist wie vorher. Die Ursache kann nur darin liegen, dafs wir unsere Leitervorstellung und zwar in erster Linie die der mafsgebenden Durleiter mithinzubringen und die fremden Intervalle danach interpretiren. Wir hören also: *c—e—g*, *e—g—h*. Die zweite Folge von Tönen mufs dann eben das Moll auf der dritten Durstufe sein. Es liegt hierin zugleich ein Beweis, dafs auch der Gefühlscharakter der Intervalle nicht eine einfache Function der Sinnesempfindungen als solcher, sondern von der Auffassung in hohem Grade abhängig ist. Denn die Dur- und die Mollterz kommen hierbei eben auch ihrem eigenthümlichen Gefühlswerthe nach zur Wirkung.[1]

Aus dieser Tendenz unseres Gehörs, die ersten drei Leitertöne im Zweifelsfall im Sinne des Dur zu fassen, erklärt sich auch, dafs die bisher von Reisenden aufgeschriebenen siamesischen Weisen, soweit sie eine deutliche Tonica haben, alle in Dur stehen. Die Reisenden fafsten eben die neutrale Terz der Tonica ohne Weiteres als Durterz, während sie an sich ebensogut Mollterz sein könnte. Die anscheinend so beweisenden Uebereinstimmungen kommen also nicht daher, dafs Dur für die Siamesen, sondern nur daher, dafs es für uns das Hauptgeschlecht ist.

Zum Schlufs dieser Betrachtungen wollen wir, um nichts zu übersehen, noch einer ganz anderen Gedankenreihe Erwähnung thun, durch die sich einer die Entstehung der Siamesenleiter zurechtlegen könnte, ohne die Fechner'sche Formel dabei in so grundlegender Weise zu benützen. Man könnte nämlich den

[1] Ueber die verschiedenen Auffassungen javanischer Intervalle durch europäische Gehöre s. auch die Bemerkungen von Ellis a. a. O. S. 510 und von Land, Tonkunst d. Jav. a. a. O. S. 199, De Gamelan te Jogjakarta a. a. O. S. 8.

Ursprung dieser Leiter in einer eigenthümlichen Art von Saitentheilung (oder Röhrentheilung) suchen, welche auf einer weiteren Durchführung des Princips der Siebenzahl beruhte, und zwar in folgender Weise.

Die Hälfte einer Saite giebt die Octave. Zerlegen wir nun die untere Hälfte, um innerhalb der Octave Eintheilungen zu machen, weiter in 70 gleiche Abschnitte, so sind diese im Verhältnifs zur ganzen Saite gegeben durch die Brüche von $^{70}/_{140}$ bis $^{140}/_{140}$. Setzen wir voraus, dafs es sich um die Gewinnung von 7 Tönen in der Octave handelte, so wäre eine unter den vielen möglichen Gliederungen, bei welcher die Siebenzahl besonders ausgiebig benützt würde, diese: man geht zunächst von 70 um 7 Abschnitte weiter zu 77, vergröfsert dann jeden neuen Schritt um eine Einheit, bis die Summe aller Zuwächse 70 erreicht, kommt also noch zu 85, 94, 104, 115, 127, 140.

Nehmen wir einmal an, man habe an einer solchen arithmetischen Spielerei Gefallen gefunden, so wäre man damit auf eine Saitentheilung gekommen, die mit sehr grofser Annäherung die gleichstufige Siebentonleiter ergiebt, ohne dafs man doch von der Forderung gleicher Tonabstände für das Gehör ausgegangen wäre. Die so entstehende Leiter würde denn auch eben so gut wie die nach dem Princip der gleichen Stufen berechnete mit unseren Beobachtungen stimmen. Den obigen Saitenlängen entsprechen nämlich, wenn wir wieder von 423 als Grundton (der ganzen Saite) ausgehen, in umgekehrter Folge die Töne:

423, 466, 515, 570, 630, 697, 768.

Wenn wir diese Zahlen mit den beobachteten Werthen in der Rubrik V oder VIII der Tabelle S. 83 vergleichen, sehen wir, dafs die Beobachtungen sehr gut durch sie ausgedrückt werden können.

Man müfste nun freilich der Hypothese noch die Ergänzung beifügen, dafs die so gebildete Leiter sich im Gehör fixirt und dafs dieses sich unter dem Zwange der Instrumentalleiter auf die Intonirung gleicher Stufen auch beim unbegleiteten Gesang eingerichtet habe. Ganz entbehren kann man also die Fechner'sche Formel nicht; der Unterschied wäre nur der, dafs ein ihr entsprechendes Verhalten dem Gehör dieser Nation in Jahrhunderten anerzogen, nach unserer ersten Hypothese dagegen dem Gehör überhaupt ursprünglich und allgemein eigen wäre.

Statt der Saitentheilung konnte auch eine analoge Theilung von Pfeifenröhren (gleichen Querschnittes) dienen, obschon hier die wirklichen Töne nicht so genau dem Gesetz der umgekehrten Proportionalität folgen. Und man könnte noch anführen, daſs die Chinesen ihre Leiter wirklich auf eine arithmetisch-mechanische Procedur an Pfeifen stützen und bestimmte Längen für die einzelnen Töne vorschreiben.[1]

Aber wie ganz verschieden liegen doch die Dinge in China und in Siam! Bei den Chinesen werden seit ältester Zeit ausdrücklich Pfeifen von bestimmter Länge als „die Normen" (Lü's) bezeichnet, wir wissen auſserdem, daſs sie eine ungeheure Vorliebe für mathematisch-mystische Speculationen haben, daſs ihre Musiktheorie davon wimmelt. Anders bei den Siamesen. Von Theorie überhaupt scheinen sie nichts zu wissen. Das aus Bambusröhren bestehende Khen ist importirt. Die Saiteninstrumente spielen eine secundäre Rolle. Nichts deutet darauf hin, daſs nach ihnen die übrigen gestimmt und daſs sie selbst nach irgend einem Monochordprincip gestimmt würden.

Zudem ist es selbst für China fraglich, ob die Leiter auf dem Wege der Röhrentheilung entstanden ist oder ob sie nur nachträglich dadurch theoretisch gerechtfertigt wurde.

Ferner würde sich nach der obigen Hypothese die Thatsache, daſs die Quarte sowohl in der Musik der Siamesen als bei der Abstimmung ihrer Harmonika's in hervorragender Weise benützt wird (auch die Saiten selbst werden nach Ellis

---

[1] J. A. van Aalst, Chinese Music, 1884 (das Buch gehört als Theil zu dem amtlichen Werke „China. Imperial maritime customs"). S. die Tabelle S. 12, welche nach den besten chinesischen Autoren gegeben ist. In der letzten Rubrik, die zur Vergleichung der chinesischen Tonwerthe mit den unsrigen dienen soll, hat van Aalst seltsamerweise bald die reine, bald eine temperirte Stimmung unsrer Töne angenommen (die reine z. B. für *E*, *F*, *G*, eine temperirte für *D*, *Es*, *As*, *A*).

Auffallend ist, daſs viele der chinesischen Werthe in v. Aalst's Tabelle und besonders der der Octave hinter den nach dem Gesetz der umgekehrten Proportionalität zu erwartenden zurückbleiben. Da dies auch physikalisch der Fall sein muſs (und mit zunehmender Tonhöhe immer mehr), wenn die Intonation rein bleiben soll, so könnte man daran denken, hierin eine Correctur der Rechnung durch das Gehör zu erblicken. Indessen scheint die wirkliche Structur der Chinesenleiter nach Ellis' und Gilman's weiteren Forschungen noch nicht ganz klargestellt und müſste an Ort und Stelle mit Hülfe ausgesuchter Instrumente und Musiker untersucht werden.

S. 1104 in Quarten gestimmt), in keiner Weise erklären lassen, während sie sich der zuerst vorgetragenen Hypothese wenigstens gut einfügen läſst.

Endlich wäre ja auch das ganze Verfahren willkürlich, spitzfindig und complicirt genug. Der Quintencirkel der Chinesen und der Pythagoreer würde dagegen noch als ein sehr einfaches und natürliches Princip erscheinen, wiewohl er im Grunde auch schon künstlich ist. Ich wollte nur einen Gedanken, der vielleicht Jemand als möglicher Weg der Erklärung hätte erscheinen können, sogleich zur Sprache bringen, um ihn abzulehnen.

III. Einige akustische Beobachtungen an siamesischen Musikern.

Um die Genauigkeit zu ermitteln, mit welcher siamesische Musiker die von ihnen intendirten Intervalle herstellen, lieſs Ellis sie die drei Saiten eines ihrer Saiteninstrumente in Quarten abstimmen. Die erhaltenen Töne waren: 200, 264, 349 Schwingungen, während nach siamesischer Stimmung die zwei letzten 269 und 361 (bezw. von 264 aus gerechnet 355) sein muſsten. Beide Quarten waren also siamesisch gemessen zu klein, d. h. der in unserem Sinne reinen Quarte angenähert (diese wäre 267 und 356, bezw. von 264 aus 352).

Ferner stellte Ellis die sämmtlichen von ihm auf den Ranat's gemessenen einfachen Stufen zusammen und fand Intervalle von 90 bis zu 219 Cents darunter, während der wahre Werth der siamesischen Tonstufe 171, 43 C. beträgt. Er zieht daraus den Schluſs, daſs in Folge des Nichtgebrauches der Harmonie das Gehör der Siamesen sich überhaupt mit geringen Genauigkeitsgraden begnüge. Nun muſs man freilich bedenken, daſs ein Cent der hundertste Theil eines Halbtons ist und darum die Abweichungen sehr viel gröſser erscheinen, als wenn man sie auf Schwingungszahlen reduzirt; ferner, daſs fast die Hälfte aller Werthe (24 von den 52) innerhalb der engen Grenzen 160 und 185 C. liegt; endlich, daſs jene Instrumente eben nicht ad hoc gestimmt worden waren.

Ich hatte indessen — nach den Ergebnissen unserer Instrumentenmessung ganz wider Erwarten — mit akustischen Experimenten bei unseren Siamesen auch schlechten Erfolg. Ich lieſs

einige Musiker, die sich besonders dafür interessirten, diejenigen Zapfen am Tonmesser suchen, die nach ungefährer Schätzung ihnen die Leiter zu geben schienen. Wir schrieben, ausgehend von 406 der untersten Zunge, die Töne [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] 686 744 [illegible]; ein zweites Mal unmittelbar darauf statt der letzten fünf [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Damit waren sie zufrieden. Bei dieser Vergleichung mit [illegible] wurde als letzter [illegible] gewählt.

Hier ist nun seltsam genug, dass statt 7 vielmehr 8 Stufen herauskamen, was sie selbst offenbar nicht bemerkten. Wahrscheinlich war der erste Schritt auf dem ungewohnten Instrument zu klein ausgefallen, die nächsten hat man gleich gemacht, z. B. wären [illegible]—[illegible]—[illegible]—[illegible] wirklich [illegible] gleiche Stufen, aber nicht solche der siebenstufigen Leiter. Dann als man merkte, dass die Octave zu tief war, vergrösserte man die Stufen ein wenig und kam so zuletzt in die Nähe der Octave. Aber die Prüfung auf ihre Leiter war in jedem Fall schlecht bestanden, ebenso die auf die directe Octavenschätzung, und nur das Eine ist etwa bemerkenswerth, dass die Stufen sämmtlich kleiner waren als unsere reine oder temperirte Ganztonstufe und grösser als unsere Halbtonstufe.
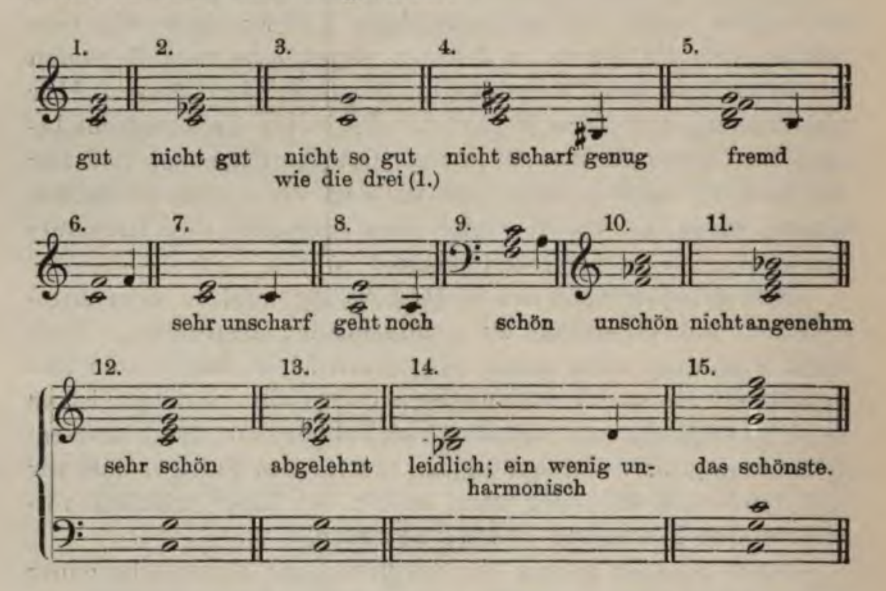
Eine Hauptursache des Misslingens lag wohl in dem ungewohnten und unbequem zu handhabenden Instrument. Vielleicht wären sie auch durch den Quartenzirkel besser zum Ziel gekommen als durch stufenweisen Fortschritt. Endlich ist es nicht unmöglich, dass die absolute Tonhöhe für das Siamesengehör eine grössere Bedeutung hat als für das unsrige, dass wir also etwa von 425 oder sonst einem bei ihnen wirklich vorkommenden Ton hätten ausgehen müssen.

Noch weniger gelang der entsprechende Versuch bei einer Guitarre und einer amerikanischen Zither. Ich schraubte die Saiten nach ihrer Anweisung, wir kamen aber nicht über die Anfänge der Leiter hinaus; sie fanden es zu schwierig und lehnten den Verkehr mit diesen Instrumenten ab.

Als wir ihnen unsere Leiter mit genauen König'schen Stimmgabeln vorführten, erschienen ihnen die Terzen nicht befriedigend, die kleine wie die grosse, auch die Quarte wurde nicht gebilligt, wie ja zu erwarten stand.

Einem der Musiker, der mir als der beste bezeichnet wurde und einen recht geweckten Eindruck machte, legte ich in meiner

Wohnung auf dem Clavier verschiedene Accorde zur Begutachtung vor, wobei der Gesandtschaftsattaché Herr Nai Chorn Nond Buri als Dolmetsch fungirte. In einigen Fällen wurde er auch veranlafst, die gehörten Töne nachzusingen, wobei allerdings zu bemerken ist, dafs er im Singen ungeübt war und noch manchen Ton wahrgenommen haben wird, ohne ihn beim Nachsingen zu treffen. Zwischen den einzelnen Accorden wurden natürlich genügende Pausen gemacht, um jeden für sich wirken zu lassen. Ich gebe sie hier in derselben Reihenfolge mit den Bemerkungen des Siamesen. Die danebenstehenden Vierteltöne sind die nachgesungenen. Bei dem Septimenaccord 11 konnte er keinen Ton nachsingen; bei den übrigen ohne Viertelton wurde er nicht dazu aufgefordert.



Der Mollaccord war ihm also jedesmal unangenehm, der Duraccord angenehm, und zwar um so mehr, je mehr sich die Zusammenstellung derjenigen der harmonischen Theiltöne eines Klanges näherte. Nr. 6 liefs ihn anscheinend kalt.

Ich stimmte hierauf die Geige durch gleichzeitiges Streichen der beiden oberen Saiten. Er bezeichnete richtig die zu hohe und die zu tiefe, endlich die reine Stimmung, wie sie auch meinem Gehör entsprach. Vielleicht dafs die Gleichzeitigkeit ihm hier auch die natürliche Stimmung zum Bewufstsein brachte. Er

fügte aber hinzu, es sei ihm lieber, die Töne nach einander zu hören, da dies bei ihnen gebräuchlich sei.

Terzengänge und dergleichen erregten nicht sein Vergnügen, obschon er sie als europäische Gewohnheit und Liebhaberei kannte, da er in Wien und schon zu Hause genug europäische Musik gehört hatte. STRAUSS' Donauwalzer, ein SCHUBERT'sches Impromptu, MOZART's Priestermarsch aus der Zauberflöte hörte er mit Interesse, aber nur das letztere Stück, das einfachste und im $^4/_4$-Tact stehende, mit relativem Wohlgefallen. Als ich ihm einige siamesische Motive (wie den Anfang des unten in Partitur folgenden Orchesterstückes) mit einfacher Harmonisirung spielte, meinte er: „Nicht übel, aber zu viele Töne". Bloſse Octavengänge waren ihm behaglicher.[1]

Die Fähigkeit zur Unterscheidung gleichzeitiger Töne habe ich dann auch noch mit den siamesischen Instrumenten geprüft, da natürlicherweise die gewohnte Klangbeschaffenheit hier einen groſsen Unterschied macht. In der That zeigte sich hierbei, daſs drei bis vier Tasten, die in beliebiger Zusammenstellung hinter dem Rücken des Hörenden auf dem Ranat zugleich angeschlagen wurden, mit aller Sicherheit von ihm bezeichnet werden konnten. Also an dieser Fähigkeit fehlt es durchaus nicht, wie sich ja auch schon aus der nothwendig eintretenden Uebung des Gehörs beim Zusammenspiel vieler nicht schlechtweg homophonen Stimmen erwarten läſst. Aber es hat sich kein Wohlgefallen an Accorden als solchen entwickelt, ausgenommen das am Duraccord, das aber doch nicht intensiv genug empfunden wird, um das ganze Musiksystem deswegen preiszugeben.

Den Durdreiklang konnten die Musiker übrigens auch recht rein nachsingen, wenn er ihnen aufsteigend vorgesungen wurde, beim Moll nahmen sie die Terz etwas zu hoch. Quinten sangen sie ebenfalls befriedigend, ebenso den Gang *G—C—g*, als sie mir die Eintheilung der Octave verdeutlichen wollten.

---

[1] Als 1686 eine Gesandtschaft des Königs von Siam in Paris weilte, hörten die Mitglieder verschiedene Opern von LULLY sowie dessen Te Deum und ein Instrumentalconcert und waren höflich genug, alles sehr schön zu finden. Aber als der Harfenist ein Solo vortrug, äuſserten sie fein: „es seien Schönheiten darin, um die es Schade wäre, wenn sie durch die Begleitung anderer Instrumente verwischt würden". (Voyage des ambassadeurs de Siam en France 1687 f. III, S. 275.)

IV. Proben siamesischer Musik.

Die Siamesen sind leidenschaftliche Verehrer der Musik, wenn sie sie auch (nach Aussage des Gesandtschaftsattaché's) nicht in dem Maafse wie wir als Selbstzweck betrachten und sich nicht so in die Individualität eines Stückes vertiefen, sondern sie mehr als begleitende oder unterhaltende Kunst im Zusammenhange mit anderen Darbietungen schätzen. Ueberall findet man Ranat's, fast Jeder kann singen oder ein Instrument spielen. Von den Grofsen hat jeder seine eigene Musikcapelle, und zu ihren Theateraufführungen hat das Volk Zutritt. Bei den sehr häufigen öffentlichen Aufzügen zu staatlichen oder religiösen Feierlichkeiten ist Musik dem lebensfrohen Volk durchaus unentbehrlich.

Eine Notenschrift haben die Siamesen bis jetzt nicht. Alle Tradition erfolgt durch's blofse Gehör, und es hat sich in Folge dieser Art des Lernens und angeborener Anlagen ein aufserordentlich leichtes, sicheres, umfangreiches Musikgedächtnifs entwickelt. Es sollen etwa 200—300 Melodien und Stücke auf diese Weise seit Jahrhunderten fortgepflanzt werden. Die Componisten beschränken sich wesentlich auf Variationen dieser alten Themen. Auch werden den Gesangsweisen neue Texte untergelegt.

Ob sich ein Einflufs ausländischer, etwa indischer oder europäischer Musik in der siamesischen geltend macht, ist schwer zu sagen. In ihren technisch-musikalischen Ausdrücken[1] scheint, wie in ihrer Sprache überhaupt, vieles indischen Ursprunges, vielleicht sind also auch musikalische Motive in alter Zeit herübergewandert. Nicht undenkbar wären wohl auch französische Beimischungen (s. u.), doch kann man natürlich aus Reminiscenzen, die uns beim Anhören kommen, wenn die Uebereinstimmung nicht eine sehr genaue ist, keinen Schlufs

[1] Die Namen der 7 Leitertöne (die sich in den verschiedenen Octaven wiederholen) hat Ellis nebst anderen technischen Ausdrücken wiedergegeben und übersetzt; ich habe sie mir gleichfalls angeben lassen, aber die Namen und ihre Anordnung stimmen nicht ganz mit Ellis' Angaben überein. Ich verzichte daher, da für unsere gegenwärtigen Zwecke nichts daraus folgt, hier auf die Mittheilung derselben sowie der Erläuterungen, die mir Herr Dr. Oskar Frankfurter aus Bangkok, augenblicklich in Berlin, darüber in dankenswerther Weise gegeben hat.

ziehen. Seit vier Decennien ist europäische Militärmusik dort eingeführt, und es sollen auch manche einheimische Weisen an Ort und Stelle in unsere Noten gebracht und zu Militärmärschen verwendet worden sein. So ist es jedenfalls an der Zeit, das Ursprüngliche zu fixiren, ehe es sich zu stark mit Importirtem vermischt.

Einzelne siamesische Lieder, auch kleine Sammlungen, sind in Europa bereits veröffentlicht.[1] Sie entsprechen wohl vielfach dem Charakter der unten vorzutragenden, namentlich insofern sie im Wesentlichen fünf Leitertöne (1, 2, 3, 5, 6) benützen, aber es ist nirgends etwas Näheres über die Umstände der Notirung angegeben, so dafs man, wie bei den meisten exotischen Weisen, die sich in Reisewerken u. dergl. notirt finden, über die Zuverlässigkeitsfrage nicht beruhigt sein kann; zumal angesichts der durch die gleichstufige Intonation erwachsenden Schwierigkeiten und des Umstandes, dafs keiner von diesen Schwierigkeiten etwas bemerkt zu haben scheint.

Da unsere Truppe eine Anzahl von Stücken täglich mehrmals aufführte, immer dieselben, so konnte ich einiges davon, nachdem sich das Gehör genügend an diese Musik gewöhnt hatte, zu Papier bringen und immer wieder ergänzen und corrigiren. Vier Melodien liefsen sich so vollständig erhalten und bei dreien davon die Nachschrift auch durch phonographische Aufnahme genau controliren. Bei der phonographischen Auf-

---

[1] De la Loubère in dem S. 77 erwähnten Werke I, S. 262 (eine Melodie). De la Borde, Essai sur la musique I, S. 435 (eine Melodie aus mir unbekannter Quelle, die neuerdings Ferd. Beyer in Nr. 35 seiner „Vaterlandslieder“ für Clavier bearbeitet, freilich auch stark umgearbeitet hat). James Low, History of Tennasserim, *Journal of the Royal Asiatic Society* 4, 1857, S. 47 (zehn Melodien, aufserdem sehr viele malayische). v. Hesse-Wartegg, Siam, 1899, S. 113, 120 (Nationalhymne und „altes Volkslied“, abscheulich mit Harmonie und Einleitung versehen).

Fétis giebt (Hist. générale de la musique II, 1869, S. 343) zwei siamesische Lieder aus einer mir unbekannten zu Bombay 1837 erschienenen Sammlung. Das erste davon steht im $^3/_4$ Tacte, was unter aller mir bekannt gewordenen siamesischen Musik sonst nur bei einer 4 Tacte langen Melodie Low's der Fall ist.

Warrington Smyth, Five years in Siam, 1898, giebt I, S. 113 eine und II, S. 301 sechs siamesische Melodien — offenbar Instrumentalmelodien — und zwei von den Lao's (auch schöne malayische Gesänge I, S. 308 und 330).

nahme spielten zwar nur die Instrumente die Melodie, da den Frauen, die öffentlich tanzten und sangen, nicht gestattet wurde, uns privatim vorzusingen; doch liefsen sich, nachdem mir die Melodien aus den Aufführungen bekannt waren, die begleitenden Zuthaten leicht davon scheiden und bot dann die Art der Begleitung selbst wieder ein besonderes Interesse.

Von anderen Nummern aus den Productionen, die ich nicht vollständig notiren konnte, sollen Bruchtheile mit Erläuterungen unten angeführt werden, da sie doch beitragen, einen Begriff von der siamesischen Musik zu geben. Endlich phonographirten wir vier ganze Orchesterstücke, die uns privatim vorgetragen wurden, und bei zweien davon auch die einzelnen Stimmen, wonach sich Partituren zusammenstellen lassen, die für unsere Vorstellungen von asiatischer Musik überhaupt von Wichtigkeit sein dürften.

Ein Hauptton ist nach dem ganzen Habitus der siamesischen Melodien und Stücke überall unverkennbar. Da er seine Lage wechselt, so kann man insofern auch von verschiedenen Tonarten reden, vergleichbar unserem C-Dur, D-Dur etc., die sich principiell nur durch die absolute Höhe des Hauptons unterscheiden.

Wenn man nun ein siamesisches Stück in unsere Noten setzt, so entsteht vor allem die Frage nach der Vorzeichnung, und man wird geneigt sein, sie nach dem jeweiligen Hauptton zu wählen. Ellis nennt dies irgendwo ein Zugeständnifs an europäische Gewohnheiten; und richtig ist, dafs dadurch bestimmte Stufen als Halbstufen, andere als Ganzstufen charakterisirt werden, was der siamesischen Leiter widerspricht. Aber ist es denn anders, wenn wir keine Vorzeichnung gebrauchen? Dann steht eben das Stück in C-Dur oder in A-Moll, und die Halbstufen haben nicht minder ihren festen Ort. Ich halte darum Vorzeichnungen insofern doch für gerechtfertigt, als dadurch der Hauptton hervorgehoben wird, dessen Lage bei den unten notirten Melodien kaum irgend einem Zweifel ausgesetzt sein kann. Indessen setze ich die Vorzeichnung in Klammern, um das darin liegende subjective Moment anzudeuten und zugleich den Leser zu erinnern, dafs er den Unterschied der Halb- und Ganzstufen stets zu unterdrücken suchen mufs. Doch geht man bei der inneren Reproduction nicht stark fehl, wenn man sich alle einfachen Stufen als Ganz-

stufen vorstellt. Die kritische Quarte und Septime kommen, wie gesagt, in den meisten Stücken nur vereinzelt vor; hier ist es dann freilich sehr nöthig, die Quarte zu erhöhen und die Septime zu vertiefen; z. B. darf im 11. Tact der Nationalhymne unbedingt nicht ein Halbton gesungen werden, wenn man siamesisch singen will.

Der Eindruck aller mir bekannten siamesischen Melodien ist für uns der des Durgeschlechts, da wir zufolge unserer vorwiegenden Gewohnheiten die gleichstufige Terz des Grundtons durchaus als Durterz fassen.

Die Tactart ist bei allen von mir und von Anderen notirten Stücken $^4/_4$ bezw. $^2/_4$; mit Ausnahme nur zweier Melodien, deren Echtheit darum etwas verdächtig ist (o. S. 109 Anm.). Auch Major Yaam (Siamese) versichert mir, dafs man dreitheiligen Tact nicht kenne; und schon De la Loubère (1691) sagt, dafs er niemals Dreivierteltact bemerkt habe.

Interessant ist, dafs die Pauken gern schlechte und schlechteste Tacttheile (wie das letzte Achtel eines Tactes) mit einem „sforzato" bedenken[1], und dafs häufig in Musikstücken ohne Pauken längere Strecken hindurch weder gute noch schlechte Tacttheile merklich accentuirt werden. Bei der Natur der Hauptinstrumente sind ja ohnedies nur geringe dynamische Unterschiede möglich, so dafs von selbst bei Stellen von gleichmäfsigerem Ausdruck eine Art blos quantitirendes Metrum entsteht. Aber auch beim Gesang hatte man vielfach diesen Eindruck, man konnte die Tacteintheilung dann mit Sicherheit überhaupt erst durch Abzählung der Viertel ermitteln. So ist es uns z. B. bei dem II. Gesang aus dem Fächertanz ergangen, dem man dies kaum ansehen wird. Bei solchen Abzählungen überzeugten wir uns aber ausnahmslos, dafs eine ganz feste Tacteintheilung stattfindet und die letzte Note stets auf das 1. oder 3. Viertel, nie auf einen schlechten Tacttheil fällt. Die Rechnung geht immer auf, und wenn sich eine Phrase im Stück wiederholt, findet man sie auf den nämlichen Tacttheilen wieder.

Das Tempo betreffend hat man am Schlufs meist mit einem Ritardando zu rechnen (was auch die Abzählung Anfangs er-

---

[1] was sich in Land's javanischer Partitur ebenfalls findet und von mir auch bei Indianergesängen beobachtet wurde, s. Lieder der Bellakula-Indianer, *Vierteljahrsschr. f. Musikwissensch.* 2, S. 411 f.

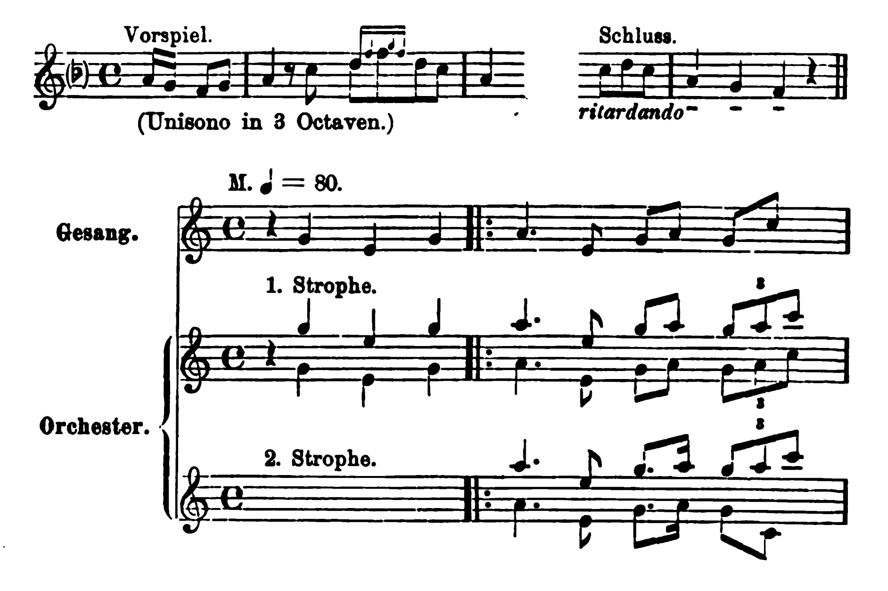
schwerte), und während des ganzen Stückes in der Regel mit einer stetigen Beschleunigung. Im Uebrigen spielte die Capelle ihre Orchesterstücke mit ausgezeichneter Präcision ohne Dirigenten. Zu Hause sollen sie einen solchen haben.
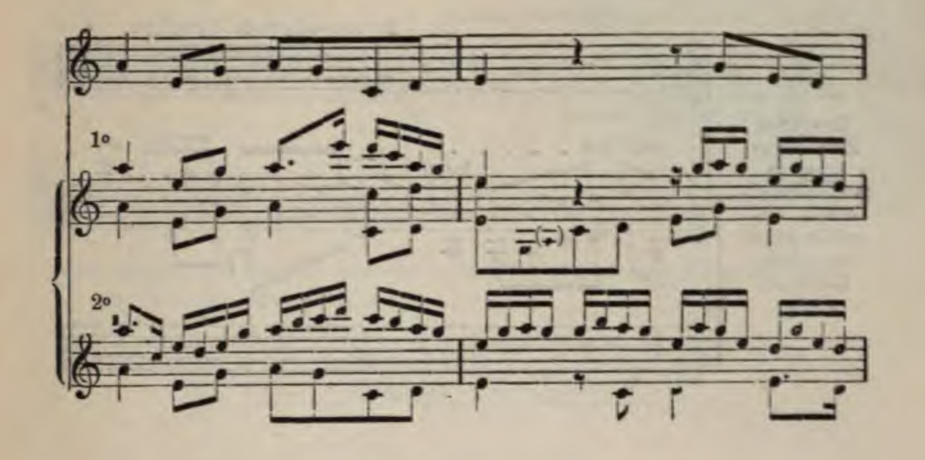
Die absolute Tonhöhe haben wir wie das Tempo theils schon während des Spiels theils nach den phonographischen Aufnahmen festgestellt. Nr. 1—3 wurden aber bei öffentlichen Aufführungen in anderer Tonhöhe genommen als bei den Orchester-Reproductionen, nach denen sie hier wiedergegeben sind. Auch bemerkten wir nachträglich, dafs gelegentlich ein Instrument, welches nur seine Stimme behufs Eintragung in die Partitur zu spielen hatte, eine andere Tonica wählte, um an gewissen Stellen die für die Markirung der Hauptmelodie nöthigen Tasten zur Verfügung zu haben; wodurch bei der Eintragung zuerst der Anschein entstand, als ob es über seine Grenzen hinausgegangen wäre.

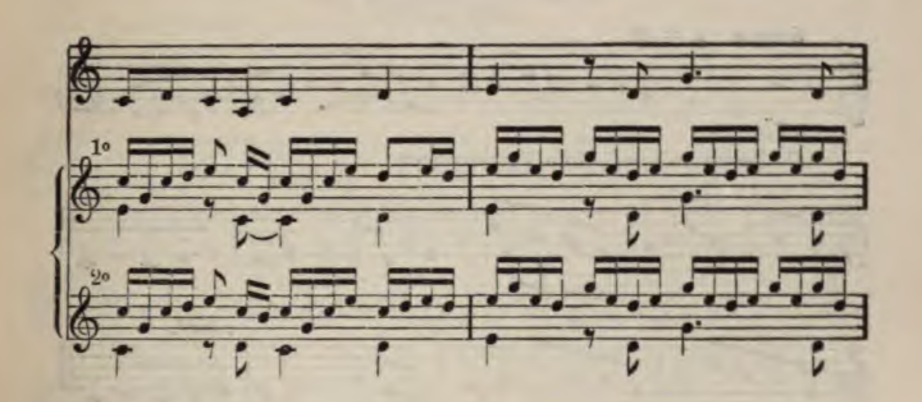
Die Stimmen der Singenden (Frauen) waren ungewöhnlich tief, aber von scharfer Klangfarbe. In der Tiefe wurden sie gleichwohl vom Orchester fast verdeckt.

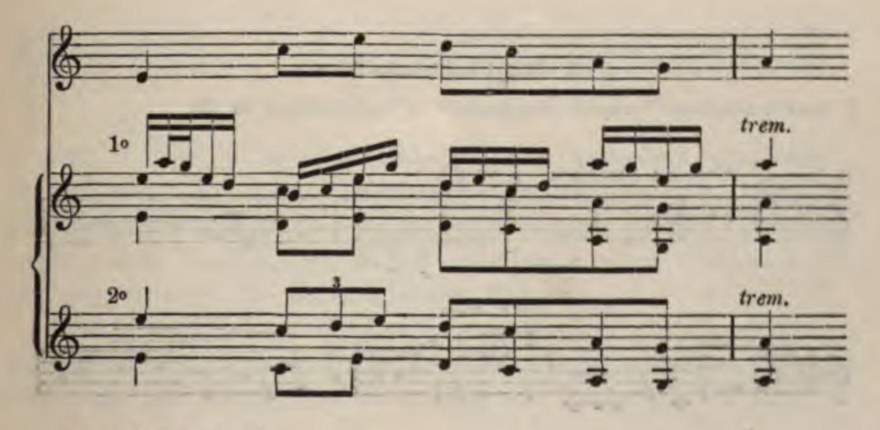
A. Vier Gesänge mit Instrumentalbegleitung.

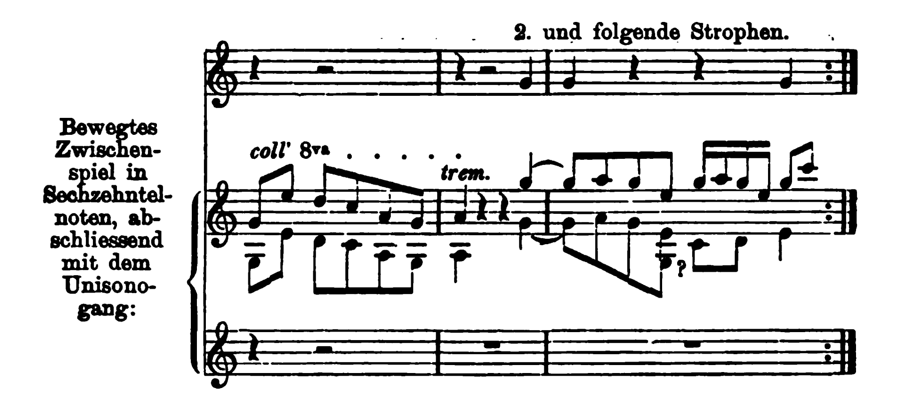
1. Aus dem Fächertanz I.



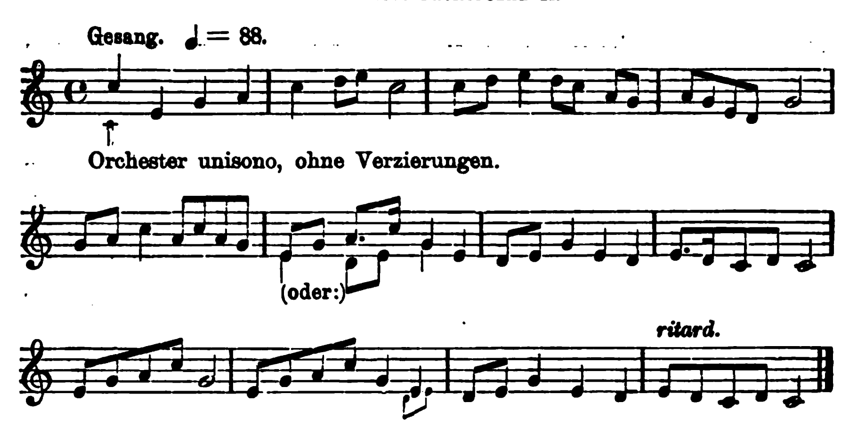

1°
2°


1°
2°


1°
trem.
2°
trem.

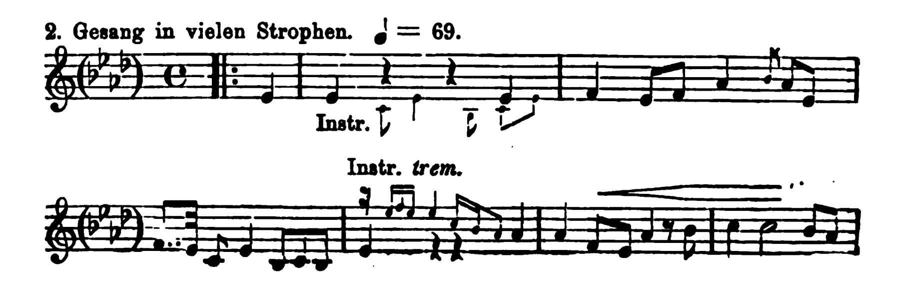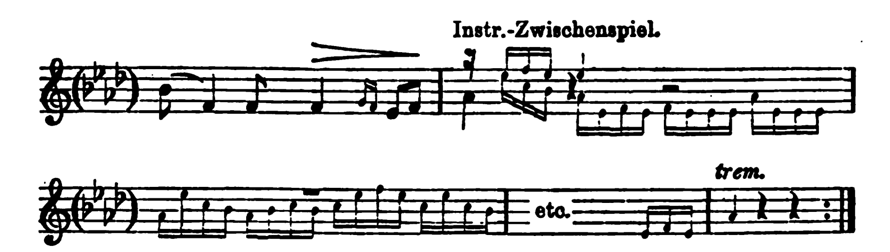


2. Aus dem Fächertanz II.



3. Zum Kambodscha-Tanz.

1. Instrumentales Vorspiel, beginnend und schliefsend in *Es*.
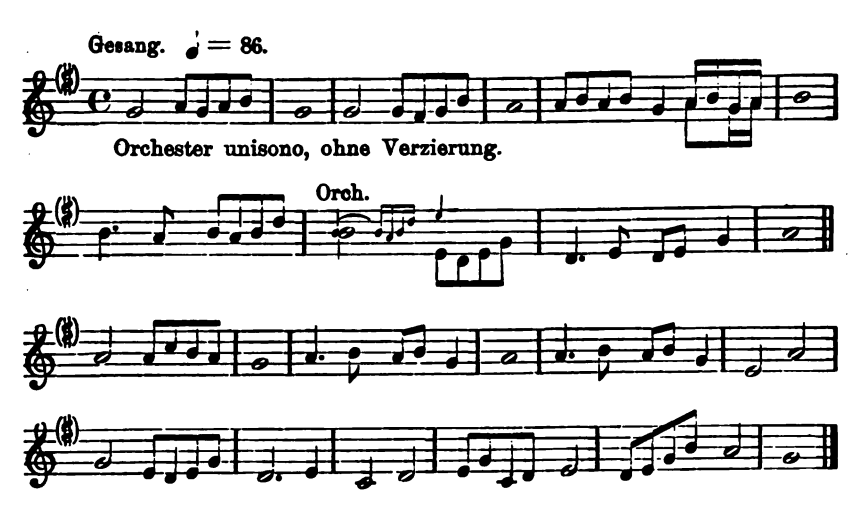




3. Nach der letzten Strophe Instrum.-Nachspiel, gleich dem Zwischenspiel, aber mit der Schlufsformel:



4. Nationalhymne.

„San ra sön praporami“ = Gepriesen sei der König.



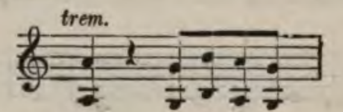
Nr. 1 und 2 wurden während des besonders graziösen Fächertanzes (Nr. 2 des gedruckten Programms) vorgetragen, der den regelmäfsigen Schlufs einer Aufführung bildete. Zuletzt stellten sich die Tänzerinnen in einer malerischen Gruppe auf und sangen noch die Nationalhymne (Nr. 4).

Nr. 1 wurde durch ein Instrumentalvorspiel eingeleitet, von dem ich den Anfang und Schlufs sicher notirt habe; es wurde bald nach dem Beginn zu complicirt, um Nachschreiben zu ge-

statten. Die Schlufsformel ist typisch, wie wir noch an mehreren Beispielen sehen werden. Man bemerke, dafs die Tonart des Gesangstückes im Quarten-(Quinten-)Verhältnifs zu der des Vorspiels steht. Der Gesang hatte sehr zahlreiche Strophen, die jedesmal durch ein Zwischenspiel getrennt waren, von dem nur die Schlufsformel hier aufgezeichnet ist. Die Schlufsnote *a* des Gesangs wie des Zwischenspiels hat für uns etwas Auffallendes, während sonst die Melodie sehr wohl verständlich und ansprechend ist. Noch auffallender war, dafs man bei der Abschiedsvorstellung, wo wegen eines bevorstehenden Diners und wegen Reisezurüstungen Kürzungen nöthig wurden, mit diesem *a*, also der Sexte, überhaupt die Productionen abschlofs. Doch findet sich der Sextenschlufs auch sonst bei siamesischen und anderen exotischen Melodien.

Von der Instrumentalbegleitung bieten die hier nach dem Phonographen aufgeschriebenen zwei Beispiele nur eben Beispiele dar; sie variirte wohl von Strophe zu Strophe. Ein oder mehrere Instrumente gehen einfach mit dem Gesang, hier und da pausirend oder umgekehrt Pausen ausfüllend; andere aber ergehen sich in freien Fiorituren. Bei der ersten Strophe sieht man förmlich, wie diese Verzierungen nach und nach um sich greifen. Ueber das Tremolo s. o. S. 72.

Von 1 zu 2 führte ein instrumentaler Uebergang, der entschieden den Eindruck einer Modulation machte, ähnlich wie wenn der Begleiter eines Liedes am Clavier nach dem Schlufs in die Tonart des folgenden Liedes modulirt. Ich konnte aber nur den Beginn notiren:



wobei das *h*, die weder grofse noch kleine Septime, äufserst desorientirend wirkte.

Nr. 2 ist hier in der Tonart notirt, wie sie dem Phonographen zu entnehmen war, aber bei den Aufführungen stand es tiefer. Das Lied hatte wieder mehrere Strophen. Wenn man es sich naturgetreu vergegenwärtigen will, mufs man sich besonders hüten, im dritten Tact und den analogen späteren Stellen (5., 7. und vorletzten Tact) das erste Viertel zu accentuiren. Es klingt wie ein letztes Tactviertel der Vortrag mufs hier sozu-

sagen etwas Molluskenhaftes haben. Der Bau des Liedes ist indessen ganz durchsichtig und die Melodieführung ausdrucksvoll.

Nr. 3 (= Nr. 19 des Programms) wird zu einem Tanz gesungen, den die Siamesen den benachbarten Kambodschanern entlehnt haben. Bemerkenswerth ist, daſs das Vorspiel wieder in der Quarten- (Quinten-) Tonart zur Gesangsmelodie steht. Das anmuthig wiegende Lied beginnt ähnlich wie die späteren Strophen von Nr. 1 mit der wiederholt angeschlagenen Dominante, der eine kleine Pause folgt; gleichsam leise an die Thüre klopfend. Das Orchester begleitet nach den ersten Tacten in Sechzehntel-Figuren, die man in den Gesangspausen heraushört, und trennt die einzelnen Strophen durch ein Zwischenspiel, dessen Anfang und Schluſs ich hingesetzt habe.

Nr. 4, die Nationalhymne, findet man bereits öfters notirt, mit nur unwesentlichen Abweichungen; besonders läſst man den Gesang statt im 8. Tact an anderen Stellen in die tiefere Octave gehen. Um die Eintheilung übersichtlicher zu machen, habe ich den (nach unserem Eindruck) zweiten Theil vom ersten durch Doppelstrich getrennt. Doch ist die Structur dieser Weise wie die der übrigen leicht verständlich und ganz mit unseren Gewohnheiten in Uebereinstimmung.

Dagegen unterscheidet sie sich von den sonstigen notirten Melodien dadurch, daſs an verschiedenen Stellen die Quarte und die Septime stehen, welche, siamesisch intonirt, für uns besonders fremdartig klingen, europäisch intonirt aber etwas stark — Europäisches und zugleich unleugbar Triviales hineinbringen. In den letzten 10 Tacten immerhin steht auch sie in der fünfstufigen Leiter. So weiſs man schon nach der inneren Beschaffenheit nicht recht, soll man sie für ein echt siamesisches Product halten oder nicht.

Aeuſsere Indicien vermehren zunächst die Verwirrung. Bei der Aufnahme wurde mir gesagt, daſs die übrigen Stücke sehr alt, dieses hingegen jüngeren Datums sei. Als ich in der Berliner Akademie über die siamesische Musik vortrug, erinnerte sich Herr v. Richthofen, daſs die Nationalhymne 1861, als er selbst in Siam weilte, von einem preuſsischen Capellmeister componirt worden, und sandte mir Tags darauf die bezügliche Notiz.[1] Ich ermittelte diesen Capellmeister, der noch in Stral-

[1] In dem Werke „Die Preuſsische Expedition nach Ost-Asien“ heiſst es Bd. IV (1873), S. 298: „Zum Beschluſs bliesen die Siamesen eine vom

sund lebt, und erhielt von ihm seine Composition — aber sie hat mit unserer Hymne nicht die entfernteste Aehnlichkeit. Die „glückliche Blume“ ist offenbar nicht dauernd in Gebrauch gekommen. Der Autor fügte bei, damals könne es noch keine andere Nationalhymne gegeben haben, sonst hätte man sie ihm sicherlich mitgetheilt.

Weiter schrieb mir nun der Marinecapellmeister Pott in Kiel unter Uebersendung der wirklichen Melodie, sie sei von Paul de Schurowsky 1888 componirt und ihm selbst damals officiell übergeben worden. Er hat eine darauf bezügliche Mittheilung auch drucken lassen.[1]

In Kürschner's populärem Buch „Frau Musica“ findet man die Hymne dagegen unter dem Componistennamen Rockstro. Endlich schreibt mir Herr Pickenpack, früherer deutscher Consul in Siam, die Hymne sei seinerzeit (er glaubt Anfangs der 60er Jahre) von dem englischen Capellmeister Hewetson, der eine aus Siamesen bestehende, aber auf europäischen Instrumenten spielende Musikertruppe in Bangkok dirigirte, nach siamesischen Motiven componirt.

Wir hätten also glücklich drei Componisten. Schon dies erweckt den Verdacht, daſs es sich in allen drei Fällen nur um Arrangements und Harmonisirungen handle; wie denn auch die Harmonisirung in allen Publicationen eine verschiedene ist. Der genaue Unterschied, den wir musiktechnisch zwischen den Ausdrücken Componiren und Arrangiren machen, wird von Nichtfachmännern nicht stets beachtet. Auf meine ausdrückliche Frage darüber antwortet selbst Herr Pickenpack ausweichend: „Die Hymne ist eben nur auf siamesische Motive basirt.“

Es kommt hinzu, daſs die Hymne, so einfach sie ist, an einigen Stellen doch für harmonische Behandlung durch Meister dritten Ranges etwas spröde sein muſs. In den Harmonisirungen bei v. Hesse-Wartegg, bei Schurowsky, in einer englischen Ausgabe von Nationalliedern findet man die wunderlichsten Accord-

---

Musikmeister Fritz componirte siamesische Nationalhymne, welche der König „„die glückliche Blume““ nannte.“

[1] *Neue Militär-Musik-Zeitung* 1897, S. 248: „Nach Angabe der Legation von Siam in Paris ist die vorstehende Hymne am 18. December 1888 von P. de Schurowsky componirt worden.“

sprünge von einer Achtelnote zur anderen. Die einzige Harmonisirung ohne merkliche Gewaltsamkeiten (bis auf eine leicht vermeidliche Quintenfolge) ist die mit „ROCKSTRO“ bezeichnete bei KÜRSCHNER.

Diese Erwägungen veranlaſsten mich zu einer neuerlichen Anfrage bei Mr. BOOSRA MAHIN, dem Director unserer inzwischen abgereisten Truppe. Er theilt mit, daſs eine ursprüngliche sehr alte Weise zu Grunde liege, die den Namen „Sanrasöm Narai“ trage, und daſs sie in die gegenwärtige Form gebracht sei durch PHRA BANDIL, einen siamesischen Componisten, und zwar für den jetzigen König bald nach dessen Regierungsantritt (1873). Der Secretär Herr DE BASAGOITI fügt hinzu, die Hymne sei damals verändert worden „to suit the European instruments“. Sie ist also europäisirt worden, und darauf beruhen jedenfalls die oben erwähnten Eigenthümlichkeiten in der ersten Hälfte.

Da ELLIS in seiner Abhandlung 1885 eine „unter der Presse befindliche“ von SIGNOR ROMANO revidirte Sammlung siamesischer Lieder erwähnt, unter ihnen die Nationalhymne, so bat ich zur weiteren Sicherheit Mr. BARCLAY SQUIRE, Vorstand der Musikabtheilung des British Museum, nach dieser Sammlung zu forschen (da ja SCHUROWSKY die Hymne drei Jahre später componirt haben sollte). Es fand sich aber nur eine werthlose Clavierphantasie über siamesische Lieder von G. ROMANO aus dem Jahre 1889.[1] Dagegen empfing Mr. SQUIRE durch den Kanzler der siamesischen Gesandtschaft in London Mr. VERNEY die Mittheilung, daſs W. S. ROCKSTRO auf den Wunsch der Gesandtschaft die Hymne 1887 nur eben für Militärmusik arrangirt habe. Die Melodie selbst sei siamesischer Herkunft und vor 30 Jahren nach dem Regierungsantritt des Königs entstanden.

Dasselbe bestätigte auch Mr. WARRINGTON SMYTH, der Verfasser des S. 79 und S. 109 citirten ausgezeichneten Werkes, der sich auch über siamesische Musik an Ort und Stelle informirt hat.

---

[1] Auch die Firma Breitkopf & Härtel hat trotz sorgfältiger Nachforschung durch ihr Londoner Haus die von ELLIS erwähnte Sammlung nicht finden können. Sicher ist daher auſser dem obigen Stück nichts erschienen.

Hiernach darf diese Frage im Wesentlichen als aufgeklärt gelten. Die Melodie ist durchaus siamesisches Erzeugnifs sowohl in ihrer ursprünglichen wie in ihrer gegenwärtigen Form. Aber die letztere ist durch Rücksichten auf europäische Musik mitbestimmt. Wie weit diese reichen, ist nicht genau zu sagen; doch dürfte Phra Bandil nicht zu viel von der ursprünglichen Weise abgewichen sein. Nach inneren Gründen nehme ich an, dafs die letzten 10 Tacte unverändert und überhaupt nur die ersten Tacte in beiden Theilen etwas geändert sind.

Man kann aber hieran sehen (und eben darum wollte ich so ausführlich berichten), wie die Mythenbildung schon innerhalb dreier Decennien Platz greift. Nach weiteren zehn Jahren wäre es vielleicht schon unmöglich gewesen, den Sachverhalt noch festzustellen.

Von all den Harmonisirungen haben sich die Siamesen natürlich keine angeeignet. Ja sie begleiten diesen Gesang nicht einmal in ihrer Weise mit Figuren (aufser der einzigen kleinen Stelle bei unserer Aufnahme), sondern streng unison, was den Eindruck der Würde erhöht. Auch wurde mir gesagt, dafs zur Nationalhymne niemals Pauken gebraucht werden. —

Noch mag beigefügt sein, dafs unter den von Low veröffentlichten Stücken (o. S. 109) sich auch ein „Königsmarsch" befindet und dafs bereits De la Loubère 1691 von einer „marche de leur roy, assez vive" spricht, eine Bezeichnung die auch sehr gut auf Low's Marsch passen würde. Dieser mag also vielleicht ein Vorgänger der Hymne gewesen sein.
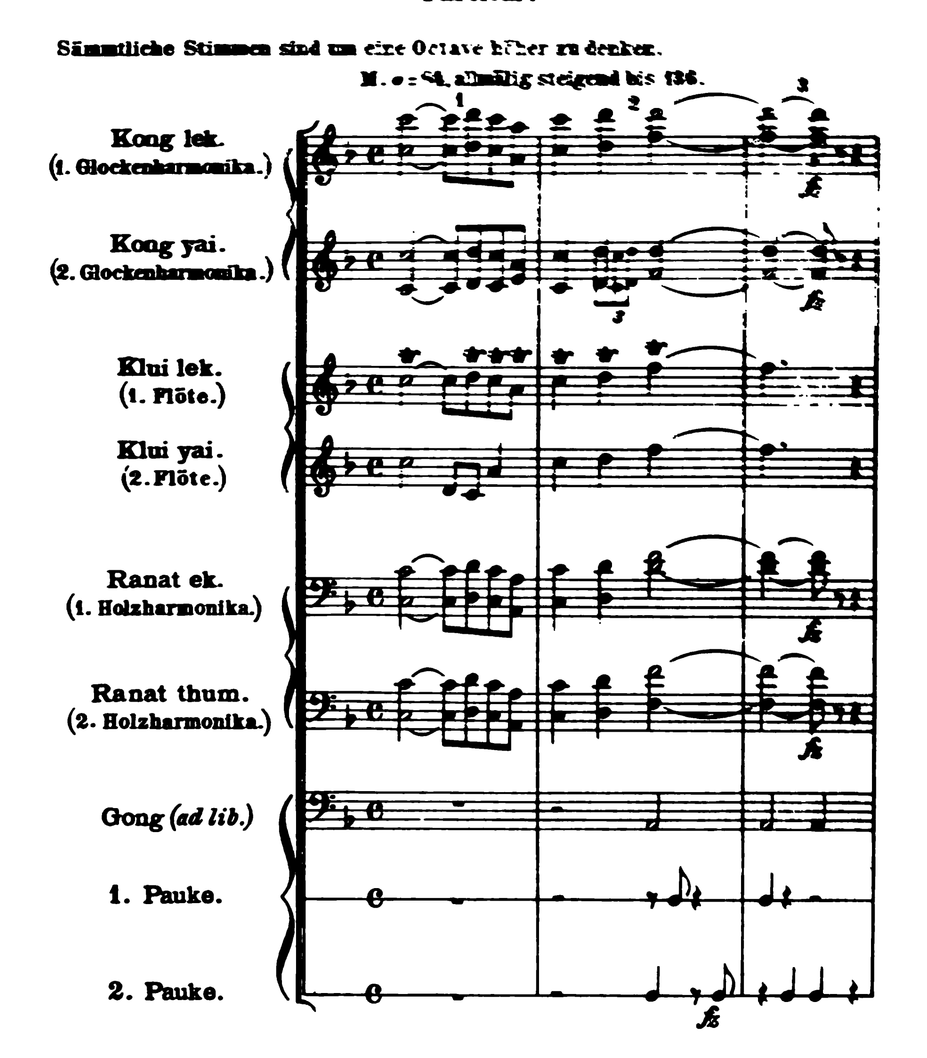
B. Beschreibung einiger Stücke, von denen nicht zusammenhängende Aufnahmen gemacht sind.
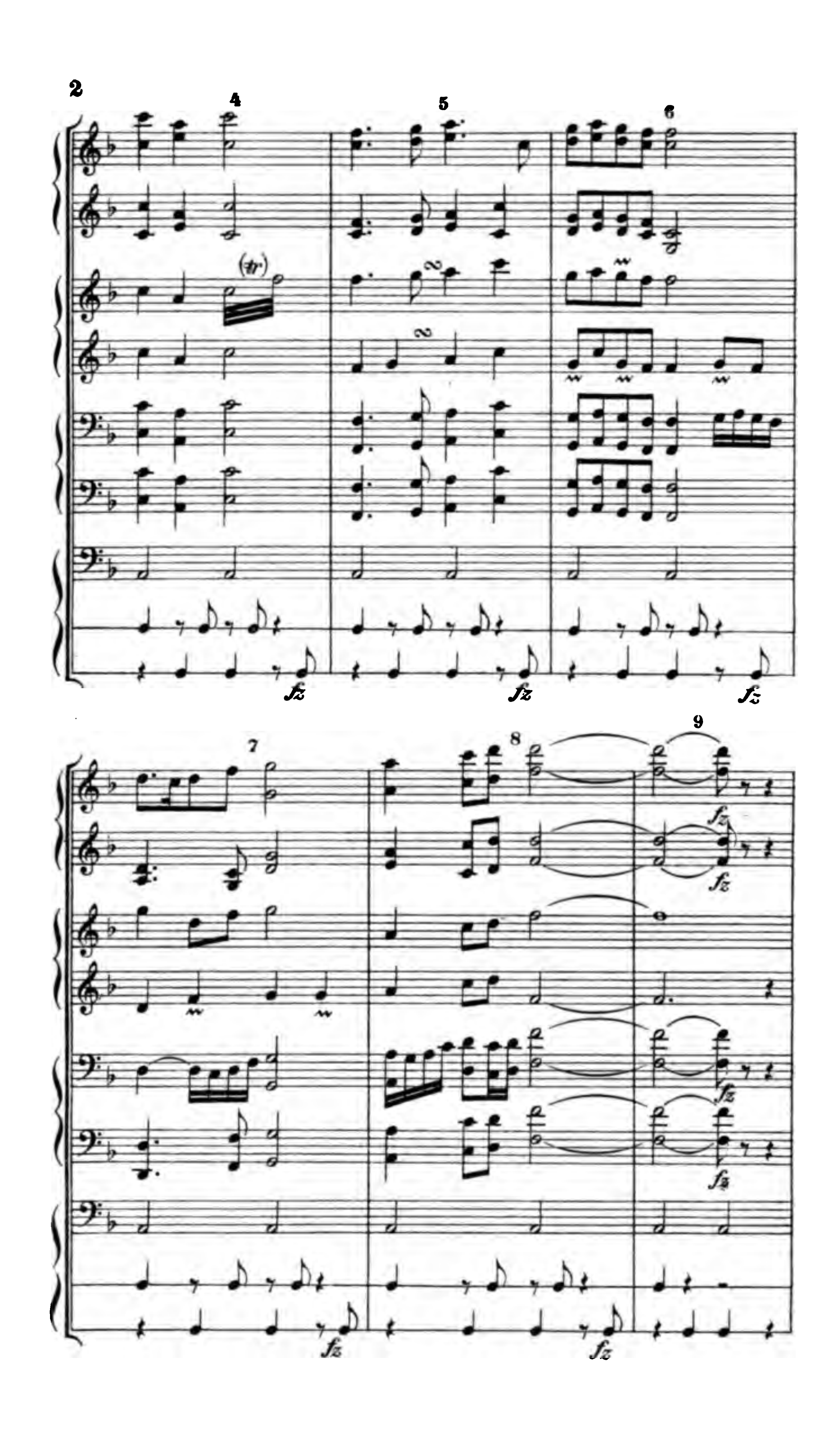
1. Beim sog. Speertanz (Nr. 3 des Programms) wurde nicht gesungen. Das Orchester spielte in *Es* sehr rasche Läufe, die sich zuletzt zu einer Stretta steigerten und bis zum Schlufs immer schneller wurden. Die Stretta gehört überhaupt zu den beliebten Wirkungsmitteln der siamesischen Orchestermusik; und zwar meine ich hier nicht die stetige unwillkürliche Beschleunigung, von der oben die Rede war, sondern eine bei einem bestimmten Absatz auffällig einsetzende und zweifellos beabsichtigte Temposteigerung. In diesem Stück wurden nicht ausschliefslich oder vorwiegend fünf Leitertöne, sondern der ganze Bestand der
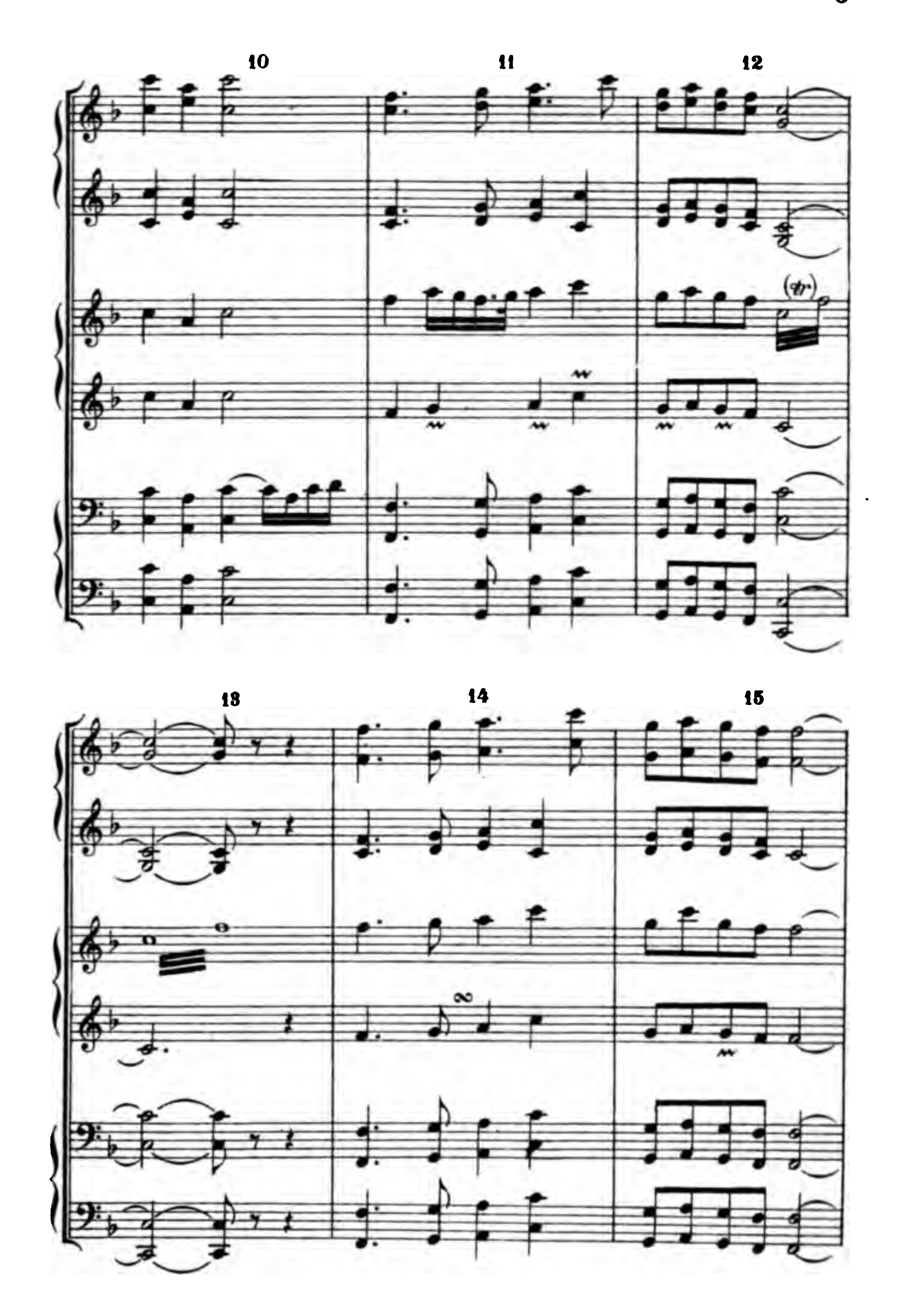
Beilage zu S. 123 ff.

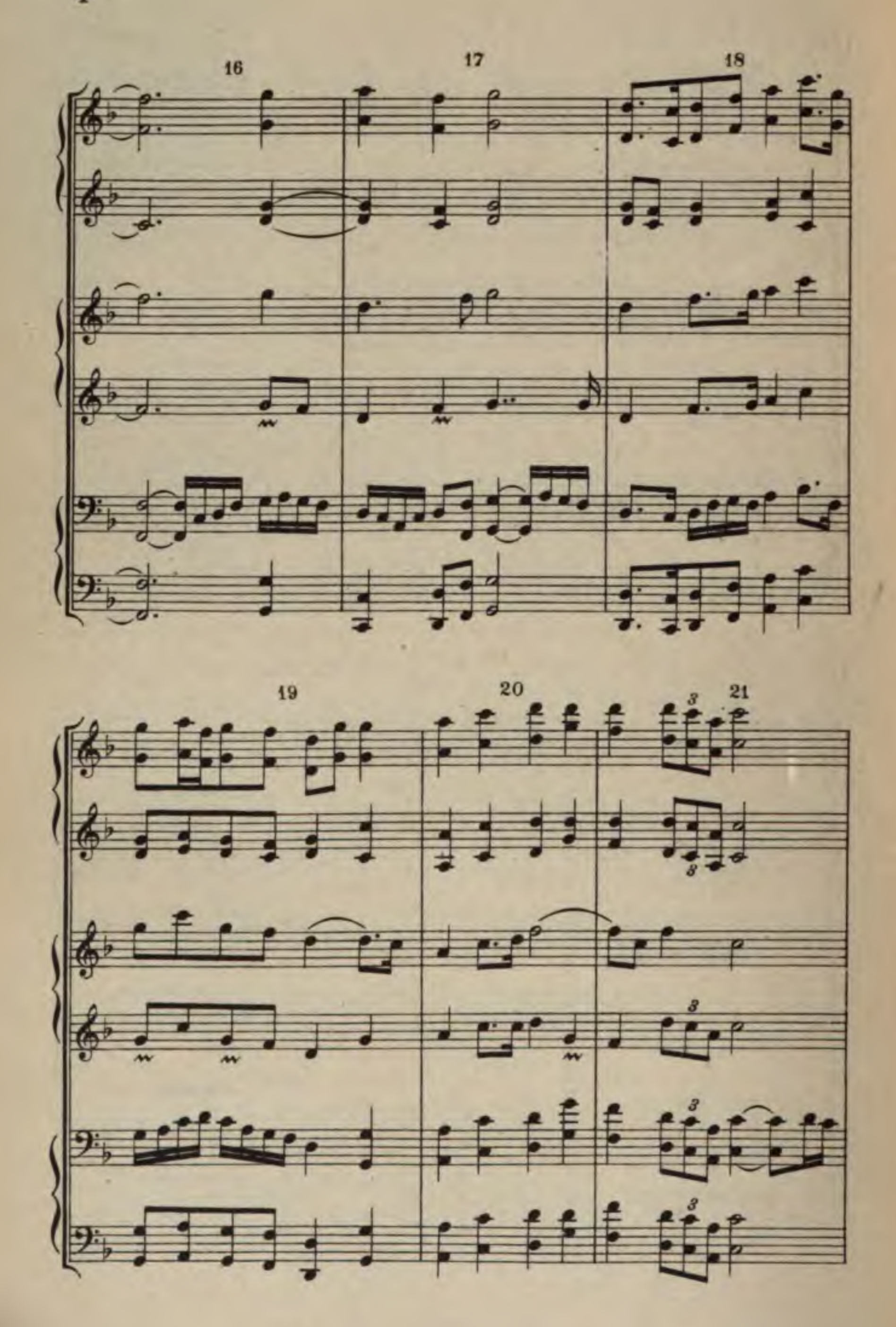
Siamesisches Orchesterstück.

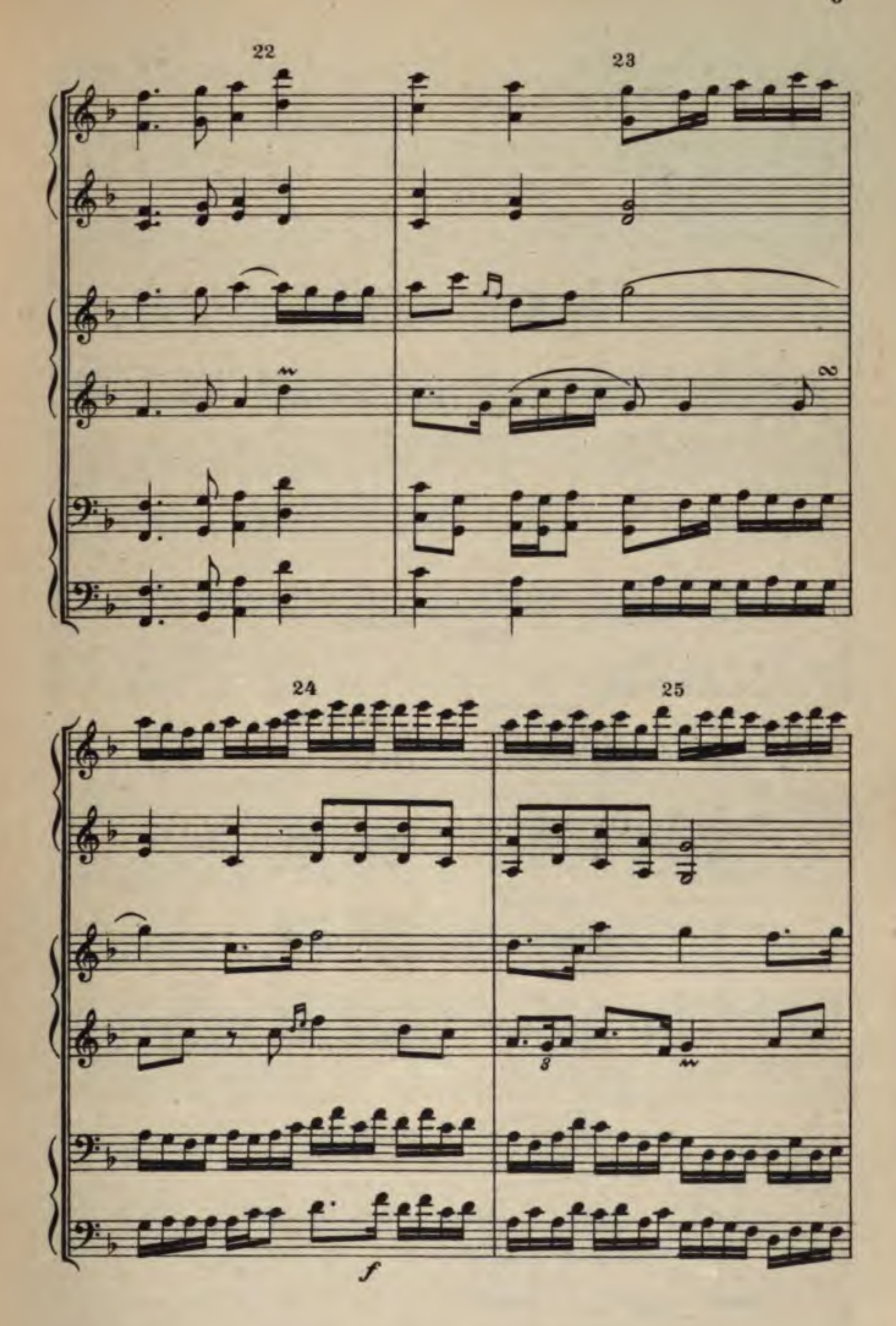
„Kham hom = Süsse Worte."

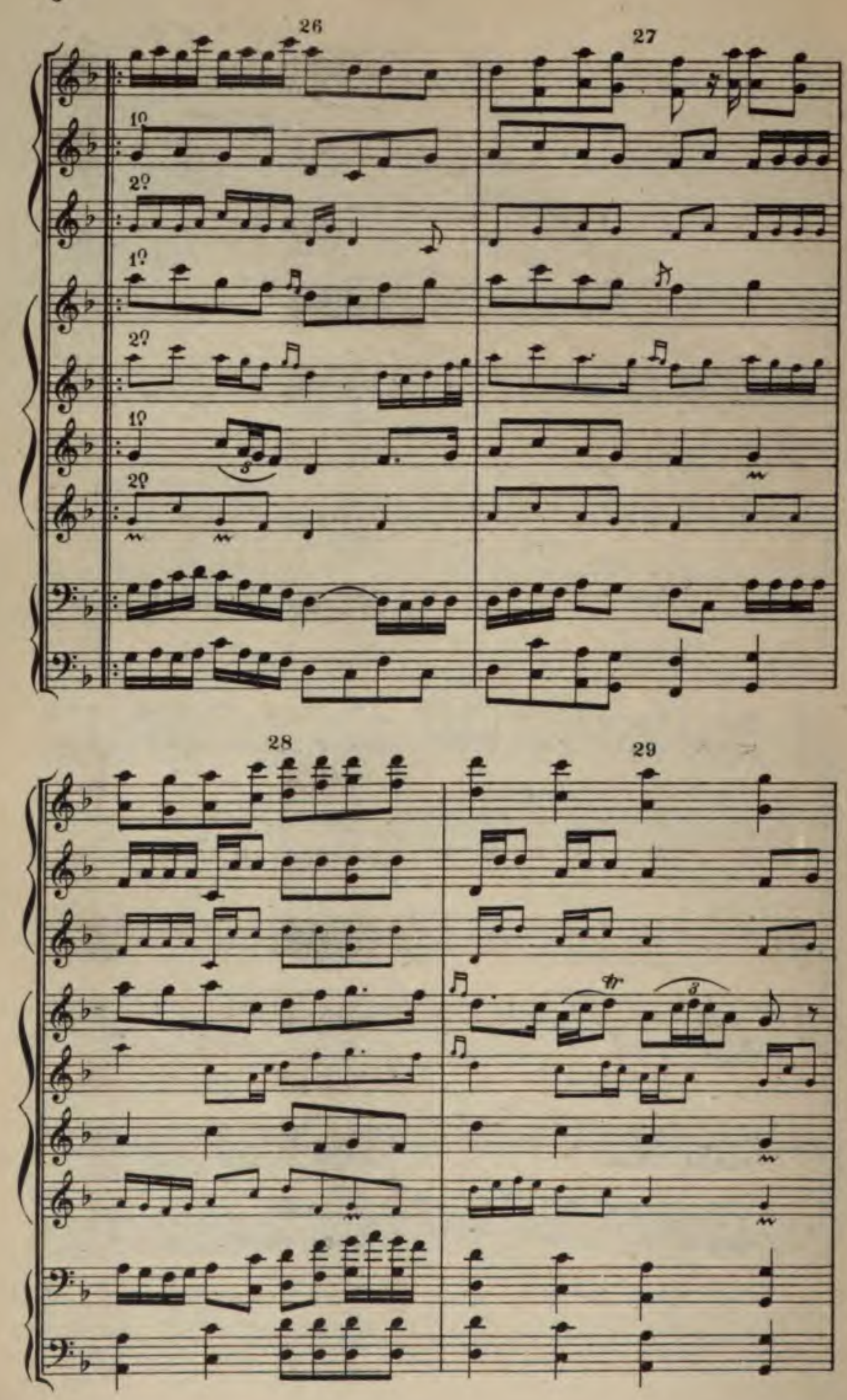


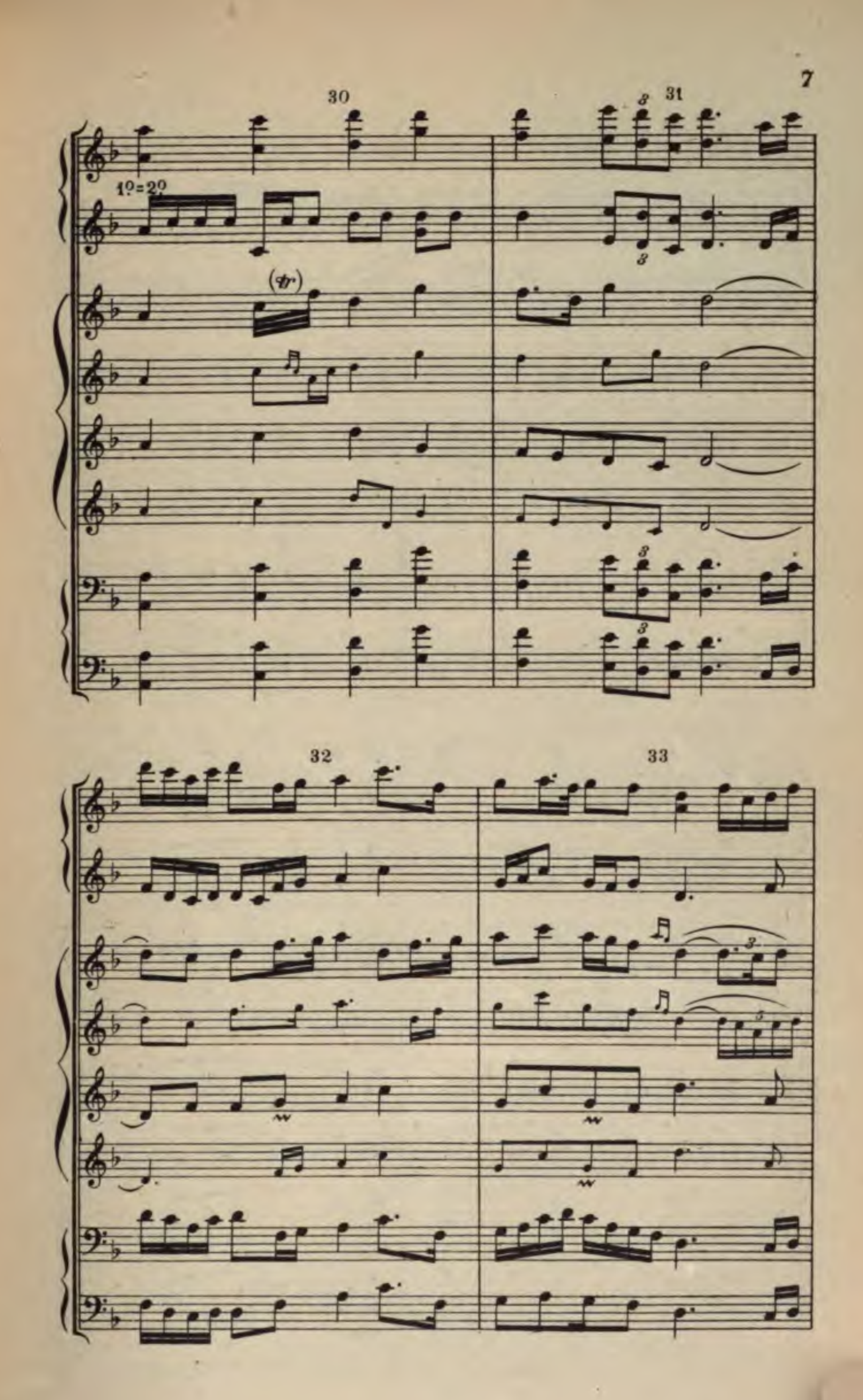

4
5
6
(tr)
fz
fz
fz
7
8
9
fz
fz
fz
fz
fz
fz

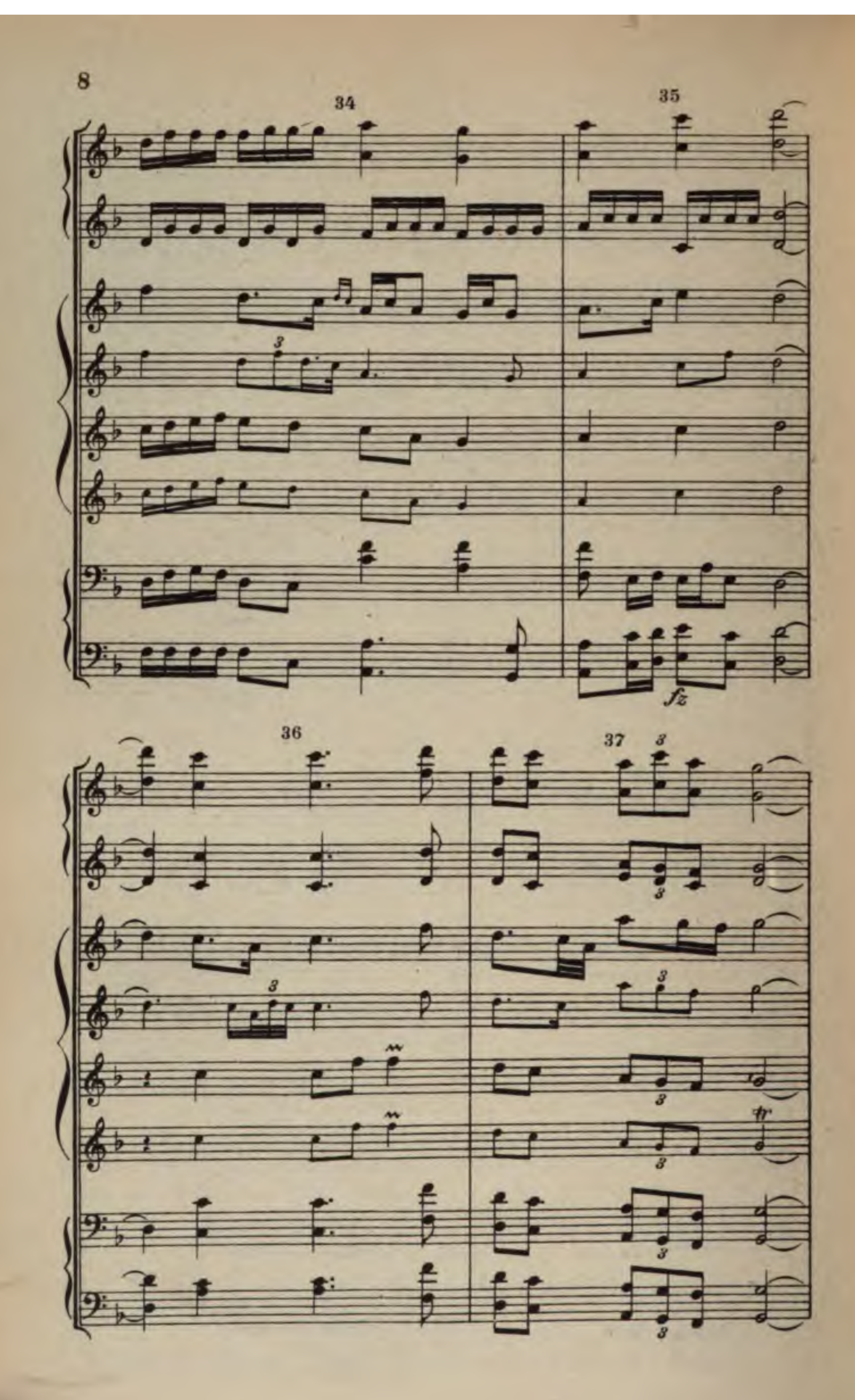

10
11
12
(tr)
13
14
15

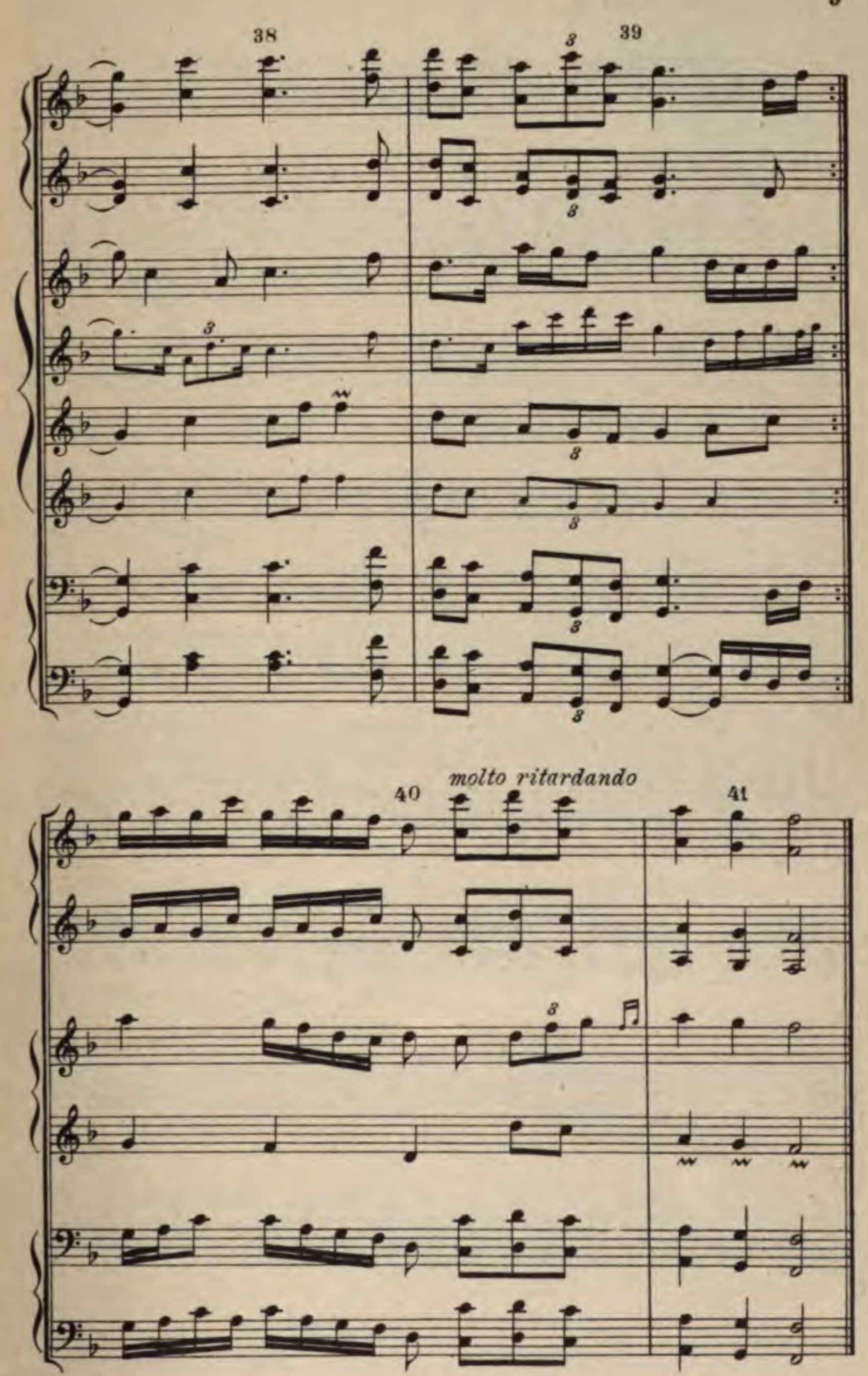

16
17
18
19
20
21
3
3
3
3
3
8


22
23
24
25
3
f


26
27
1º
2º
1º
2º
1º
2º
28
29
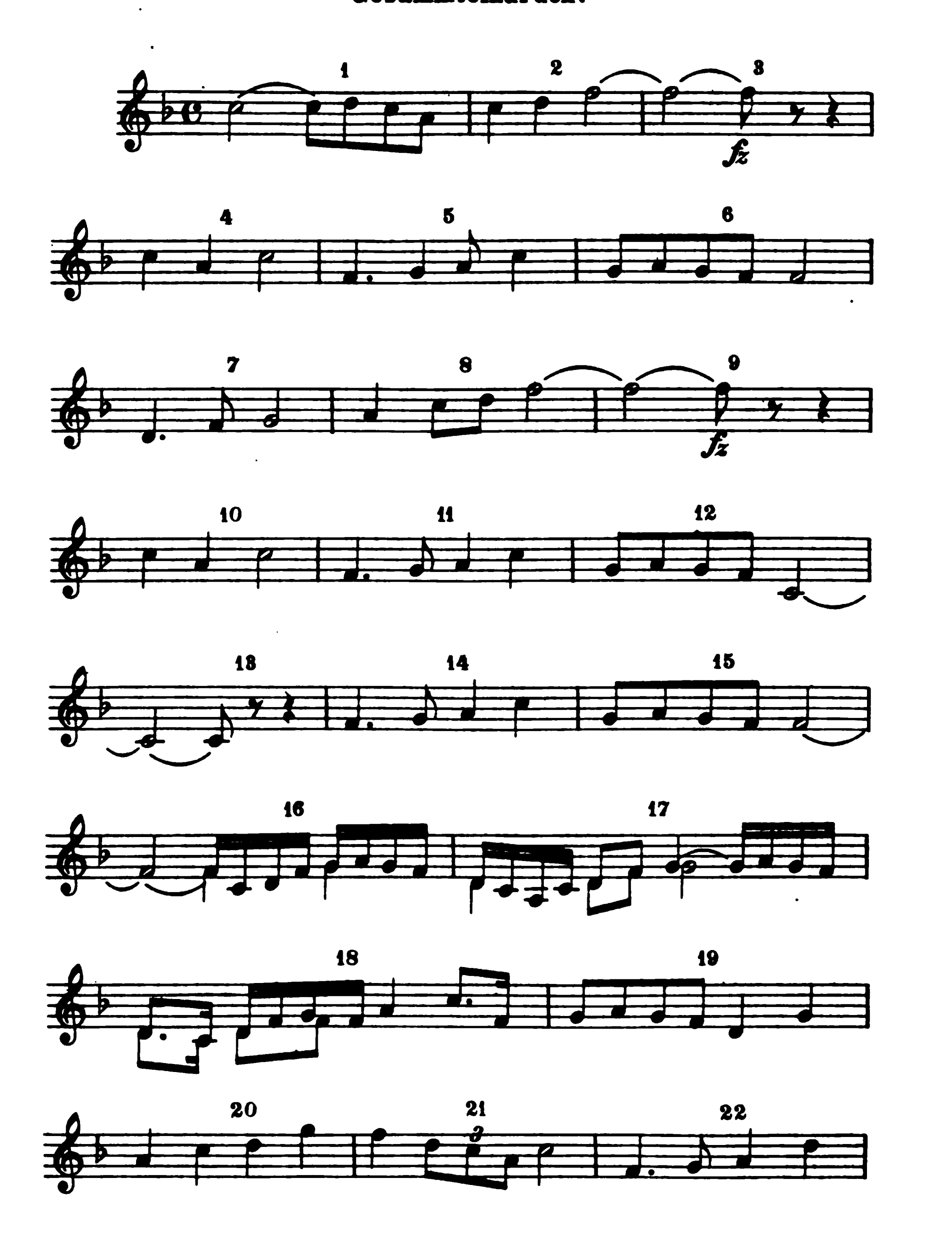

30
31
1º=2º
(tr)
32
33
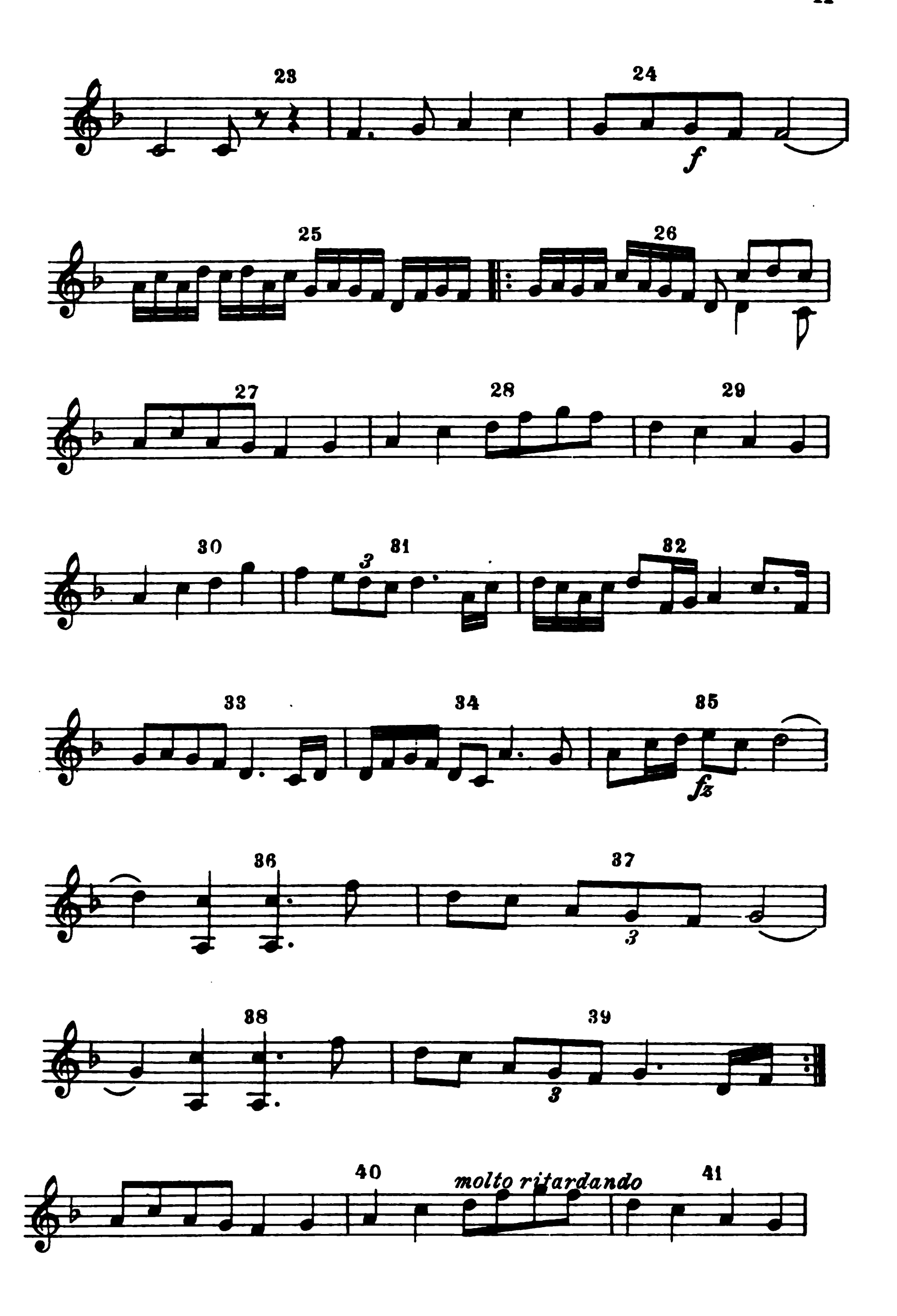

34
35
fz
36
37



38
39
molto ritardando
40
41
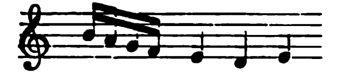
Melodie des vorstehenden Stückes nach dem Gesammteindruck.
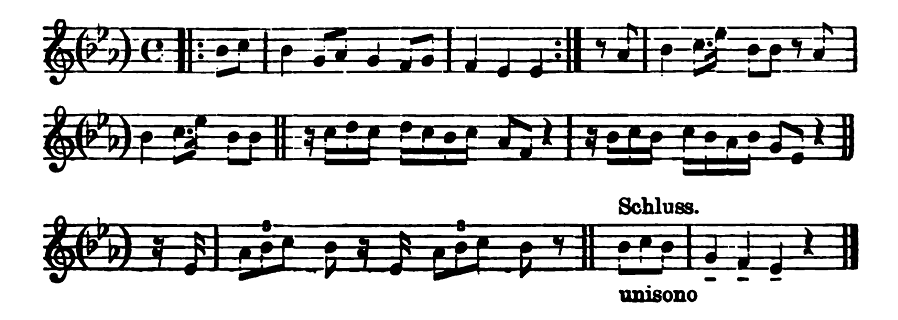




23
24
f
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
fz
36
37
38
39
molto ritardando
40
41

Leiter gebraucht und kamen darum für unser Ohr vielfach befremdliche Wendungen vor, wie
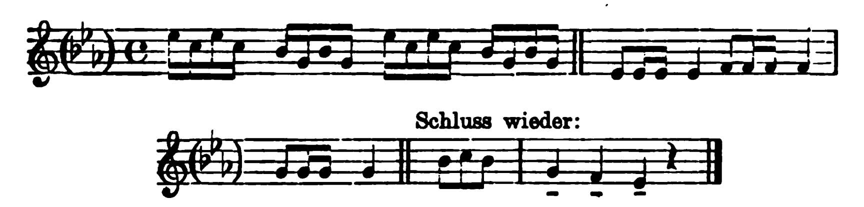


und dergleichen in den siamesischen Stufen. Doch kam dann wieder streckenweise auch die Fünfstufenleiter dominirend zur Geltung. Einzelne oft wiederholte Phrasen, die nicht in fortgesetzten Sechzehntelgängen bestanden, konnte ich notiren, wie diese:



Bemerklich war ein vielfacher Gebrauch von Wiederholungen und Nachahmungen, wobei auch ein Instrument das andere nachahmte. Besonders imitirten die Flöten das, was Ranat und Kong vorher angegeben; auch wohl einmal in Verkürzung. Diese beweglichen Begleiter schienen die kleinen Pausen der maaſsgebenden Instrumente zu benutzen, um rasch dazwischen zu reden. Während des ganzen Stückes markirte die Pauke jedes Viertel, das Gong, das in *G* stand, jede halbe Note, was einen geradezu beängstigenden Eindruck hervorrief.
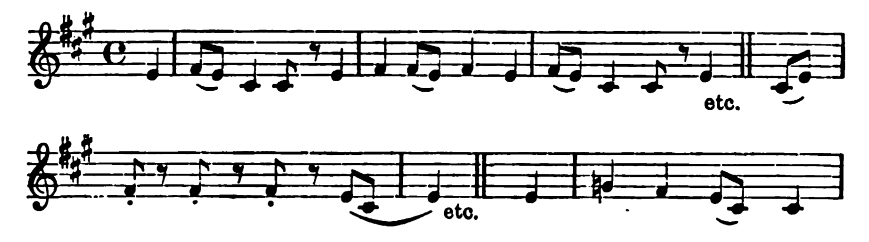
2. Aehnlichen Charakter trug Nr. 9 des Programms, die Liebeswerbung eines Halbgottes („Gno" mit fürchterlicher Maske) um eine irdische Maid darstellend. Ein erster, instrumentaler Theil verlief Allegro in *Es*, wieder mit Pauke und Gong auf *G*; die Pauke gab fortgesetzt den Rhythmus

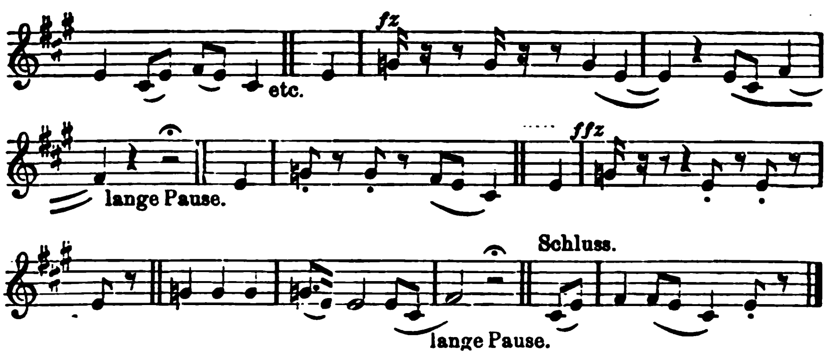
Beispiele von Orchesterphrasen:



Hierauf Ueberleitung nach *F*. Diese Ueberleitungen hatten immer etwas besonders Choquirendes. Dann folgte ein zweiter, gesanglicher Theil, von Instrumenten begleitet, in *F*. Er bestand aus zwei Abtheilungen, mit kurzer instrumentaler Verbindung. Der Gesang enthielt sehr harte Wendungen, indem er sich nicht blos an fünf Stufen hielt; es gelang mir nicht, ihn zu notiren Den Schlufs — während der Gott das Mädchen entführt — bildete wieder eine instrumentale Stretta, mit Nachahmungen (soviel ich bemerken konnte) zwischen dem ersten und zweiten Ranat und immer mächtigerem Getöse der Schlaginstrumente. Schlufswendung wieder dieselbe, nur eben in *F*.

3. Ganz anderen Charakters war hingegen der einförmige Gesang, mit dem die von zwei 7—8 jährigen Kindern reizend gespielte Liebesscene (Nr. 8 des Programms) durch Sängerinnen hinter der Bühne begleitet wurde. Er wurde instrumental nur von einem jedes Viertel markirenden hohen Tsching unterstützt, und bewegte sich nur innerhalb der verminderten Quinte cis^1—g^1 und in den Tönen cis^1, e^1, fis^1, g^1. So wenigstens erschienen sie meinem Ohre; dafs das Intervall der beiden höchsten Töne nur ein Halbton in unserem Sinne war, war aber ganz sicher. Ich habe deshalb, damit dies um so deutlicher gegenüber den übrigen Liedern hervortrete, hier *A*-Dur, und zwar nicht in Klammern, vorgezeichnet, vor das g^1 aber Auflösungszeichen gesetzt. Die folgenden Fragmente geben die immerwiederkehrenden Phrasen, aus denen sich der Gesang zusammensetzte.





Dieser höchst monotone Gesang wurde aber doch belebt durch eine ausdrucksvolle Rhythmisirung, besonders durch das scharfe Abstofsen einzelner Noten und die nachfolgenden längeren Pausen an einzelnen Abschnitten, welche Katastrophen und Peripetien der Liebeswerbung darstellten, auch mehrmals ausgefüllt waren durch klägliches Schreien der Umworbenen, die schliefslich davonlief.

Die Anwendung der Halbstufe, die enge Begrenzung des Umfangs und die Art des Vortrags unterscheiden diese Weise wesentlich von allen anderen. Ich vermuthe für sie ein höheres Alter oder einen auswärtigen Ursprung oder beides. Bezeichnend ist der ausgeprägt declamatorische Charakter, die Töne scheinen nicht Selbstzweck, sondern nur fixirte Höhen des Sprachaccentes; ähnlich wie in altindischen Samaveda-Gesängen[1] und anderen, die sich zugleich in eben so kleinem Umfang bewegen. Die letztere Eigenschaft habe ich auch bei den Gesängen einer Singhalesentruppe 1887 beobachtet; wie ja überhaupt Viertonmelodien eine häufige Erscheinung primitiver Musik sind.

C. Eine Orchesterpartitur.

Die vier Orchesterstücke, die uns die Capelle zu phonographischer Aufnahme vorspielte, trugen die Titel: I. Kham (Khom) hom = süfse Worte, Schmeichelworte. hom eigentlich = wohlriechend. II. Thai oi Kamēn = trauriges Scheiden („The sorrow pathing“ übersetzte der Director). Thai = der Siamese. Kamēn = Kambodschaner. oi ein Ausruf. Also wahrscheinlich wörtlicher: der Siamese sagt Lebewohl dem Kambodschaner. III. Pi keo (gäl?) = Krystallflöte, Zauberflöte (Pi Name des

[1] Burnell, Arsheyabrahmana, S. XLV.

oben beschriebenen Instruments). IV. Krau kra sä = Marsch zum Schlachtfeld.

Von den zwei ersten haben wir aufser dem Ensemble auch die einzelnen Stimmen für sich aufgenommen, nur in Begleitung eines oder mehrerer (etwas entfernten) Schlaginstrumente, damit der Spieler streng im Tact und die Tacteintheilung uns nachher genau erkennbar bleibe. Bei einigen Walzen liefsen wir wohl auch zwei Stimmen zusammenspielen, die beim Heraushören leicht auseinanderzuhalten waren (wie Ranat und Klui). Beim Vortrag des Ranat ek gesellte sich zu den Pauken auch noch ohne Auftrag ein Gong, das sonst (wohl nur wegen beschränkter Zahl der Spieler) im Orchester nicht vertreten war; hierbei gab das Gong wieder die obere Terz des Grundtons zu jedem Halbtact.

Hiernach ist zunächst für das erste Stück die in der Beilage angefügte Partitur zusammengestellt.

Die Pauken, die erst im zweiten Tact einsetzen, wirken rhythmisch in der eigenthümlichen Weise zusammen, von der wir uns auch durch den Augenschein überzeugten. Aber die genaue Tonhöhe läfst sich aus dem Phonographen nicht mehr heraushören. Sie erscheint uns bei der höheren als *b*, bei der tieferen als *B* und d^2 (*fz*). Aber dies stimmt nicht ganz mit den Feststellungen S. 76, es müfsten also andere Pauken hier gebraucht worden sein oder Obertöne uns täuschen, was bei den trockenen dumpfen Schlägen möglich ist; ich habe daher nur den Rhythmus notirt, der ja eigentlich auch allein Interesse hat. Vom 10. Tact an sind die Schlaginstrumente in der Partitur weggelassen. Ihr Rhythmus ist von da an derjenige des 4. bis 8. Tactes.

Von der Einklammerung des Vorzeichens ist hier aus technischen Gründen abgesehen. Uebrigens kommt das *B* nirgends wirklich vor.

Beim Lesen der Partitur mufs man beachten, dafs die Ranat's und Kong's jede längere Note, vom Viertel angefangen, durch ein Tremolo wiedergeben, und dafs die Flöten noch viel mehr Verzierungen anbringen als sich hier niederschreiben liefsen. Beim Triller benützen sie nicht immer den nächsthöheren Ton, sondern oft auch die Quarte, was dann in der Partitur angemerkt ist. Bei diesen Verzierungen halten sich die Flöten nicht immer so scharf wie andere Instrumente im Tact, sondern gestatten sich kleine Rubato's, kommen aber immer wieder herein. So ist der Eindruck des Ganzen überhaupt ein noch viel bewegterer, als er nach den Noten scheinen mag.

Vielleicht ist die Bemerkung nicht überflüssig, dafs eine Anzahl von scheinbaren Abnormitäten, die der europäische Musiker zunächst als Stichfehler ansehen wird, durchaus der Wirklichkeit entsprechen. Der Stich ist ganz genau durchcorrigirt.

Da sich ein europäischer Leser, auch wenn er im Partiturenlesen geübt ist, bei ausländischen Instrumenten doch nicht leicht vergegenwärtigen kann, welches davon in jedem Augenblick in der Klangmasse dominirt, so haben wir den Gesammteindruck der Melodiebewegung, wie er nach der phonographischen Reproduction des Zusammenspiels sich herausstellt, noch besonders angefügt. Daran kann man auch die Structur des Stückes am übersichtlichsten erkennen.

Die zweite Partitur (in welcher besonders drastisch wirkende Glissando's vorkommen und alle 7 Stufen der Leiter gebraucht werden) haben wir noch nicht von den Walzen abgenommen, ebenso das dritte und vierte Stück, von welchem sich wenigstens der Gesammteindruck nach den Walzen wird in Noten wiedergeben lassen.

Unser Stück ist in vieler Hinsicht interessant. Anfangs bewegt es sich fast ganz unison (die gleichzeitigen Intervalle machen sich wenig geltend) in wohlverständlichen, auch für uns eindrucksvollen, freilich mehr majestätischen als „süfsschmeichelnden“ Gängen. Mit dem 16. Tact ist das Thema abgeschlossen, das mit seinen Verlängerungen (Tact 3, 9, 13, 16), mit der Reduplication (14—16), mit den kühn aufsteigenden Gängen des zweiten Abschnitts (7—8) schön und interessant aufgebaut ist. Aus seinem zweiten Abschnitt wird dann unmittelbar die Fortsetzung gesponnen (Tact 17 = 7), und hierbei entwickelt sich allmählich eine eigenthümliche Art von Polyphonie oder besser (mit platonischem Ausdruck) Heterophonie. Es gehen nicht verschiedene Themata gleichzeitig neben einander her, vielmehr machen alle Instrumente eine in den Grundzügen identische Tonbewegung, aber sie gestatten sich dabei bedeutende individuelle Freiheiten, das eine nimmt seinen Weg in einfachen Vierteln, das andere umspielt sie mit allerlei Verzierungen, das dritte löst sie ganz in Sechzehntelbewegungen, Triolen u. dgl. auf, und dabei stehen die Sechzehntelgänge der einzelnen Instrumente nicht in genauerer Uebereinstimmung. In gewissen Hauptmotiven treffen dann alle wieder rein unison zusammen. Bei der Wiederholung des in Repetitionszeichen eingeschlossenen Abschnittes

(den wir als doppelt vorkommend erst nach dem Niederschreiben erkannten) ergaben sich auch kleine Varianten einzelner Instrumente, die in kleineren Noten verzeichnet sind. Dieser Abschnitt kann wahrscheinlich beliebig oft wiederholt werden, wenigstens äufserte Herr Boosra Mahin, dafs die Spieler das Stück beliebig verlängern könnten. In dem wiederholten Unisonogang kurz vor dem Schlufs fand Dr. Abraham eine auffällige Aehnlichkeit mit einem Motiv aus der Marseillaise. Den Schlufs bildet die uns bereits bekannte kräftige Formel, streng unison und stark retardirend gespielt.

Das Stück benützt fast nur die auch in den Liedern verwendeten fünf von den sieben disponiblen Stufen. Desto auffallender tritt aber die neutrale Septime in den Tacten 31 und 35 hervor, die das europäische Ohr jedesmal fremdartig berühren.

Höchst bemerkenswerth sind nun aber die Quartengänge, besonders beim Kong yai. Den Anfang des Stückes habe ich darum bei diesem Instrument nicht blos dreimal phonographisch sondern auch optisch aufgenommen, indem ich den Spieler jeden einzelnen Tacttheil für sich vorspielen liefs und die gebrauchten Tasten aufzeichnete, um ganz sicher zu gehen. Es kommen in Folge dieser Quartengänge natürlich auch Quinten mit den oberen Octaventönen heraus, und so haben wir hier ganz dieselben Erscheinungen wie sie Hucbald beschreibt und wie sie den Anfang unserer harmonischen Musik bildeten.

Ueberhaupt aber kommen sämmtliche Intervalle unter den gleichzeitigen Tonverbindungen vor, theils schon innerhalb eines Instrumentes (so finden sich vereinzelte Terzen, Sexten und Secunden, letztere habe ich allerdings nur auf einem unbetonten Tacttheil in einem anderen Stücke beobachtet) theils in Folge der Verbindung mehrerer Instrumente (so Quinten, Septimen, Secunden etc.). Aber diese übrigen Intervalle treten nur vorübergehend auf (wenn auch keineswegs blos durchgehend), die Quarte dagegen als ein systematisch gebrauchter Zusammenklang, ähnlich der Octave. Als Motiv werden wir aber nicht so sehr die Freude am Mehrklang als solchem ansehen dürfen, als die an der entstehenden gröfseren Fülle des Klanges ohne Aufhebung seines einheitlichen Charakters. In einzelnen Fällen scheint ein äufseres Motiv maafsgebend oder mitwirkend, so bei den Sexten der beiden Kong's im zweiten Tacte: die Octave würde über den Umfang der Instrumente

hinausführen. Indessen findet sich das *D* hier doch auch als Terz beim Ranat ek, wo kein solches äufseres Motiv dazu drängte. Und aufserdem war doch auch die Quinte *C* zur Verfügung, die so oft zur Ausfüllung der Octaven gebraucht wird. Man mufs also wohl annehmen, dafs hier und an der analogen Stelle im 8. Tact, wo besondere Höhepunkte des melodischen Accentes erreicht sind, ein etwas weniger verschmelzendes Intervall vorgezogen wird. Auch im zweiten Orchesterstück kamen an einer solchen Stelle Terzen in einzelnen Instrumenten vor.

Bisher sind, soviel ich weifs, keine exotischen Partituren aufser einer japanischen und zwei javanischen veröffentlicht worden. Die erstere, aus 8 Instrumenten bestehend, ist von Dr. MÜLLER, Leibarzt des Mikado, nach der japanischen Notirung entziffert.[1] Sie gehört der uralten, nur am Hofe noch gebräuchlichen, aus Korea stammenden „Gagakku-Musik" an. Ein auf der Berliner Hochschule für Musik studirender japanischer Capellmeister, den ich über diese Partitur befragte, getraute sich nicht ein genaueres Urtheil darüber abzugeben, da ihm diese alte Musikweise nicht geläufig sei, doch schien ihm die Wiedergabe wohl glaubwürdig zu sein. Auch die grofse Gründlichkeit,

[1] *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens* 1, Heft 9 (1876), S. 31.

Zweistimmige Koto-Stücke aus der populären Musik mit äufserst unabhängigem Gang der Stimmen hat *daselbst* 4, Heft 33 (1885), S. 129 v. ZEDTWITZ veröffentlicht, nach Notirungen eines blinden aber unserer Notenschrift (Blindenschrift?) kundigen Kotospielers am Conservatorium in Yokohama. Da einige durch v. ZEDTWITZ mitgetheilte Gesänge mit Koto-Begleitung genau übereinstimmen mit denen einer Sammlung, die von der Musik-Akademie zu Tokyo 1888 im Auftrage der Regierung als Uebungsbuch in europäischen Noten herausgegeben ist (Collection of Japanese Koto-Music), so darf man seine Aufzeichnungen überhaupt als authentisch betrachten. Von einem langen zweistimmigen Koto-Stück findet sich in der officiellen Sammlung (am Schlufs) die untere Stimme allein notirt, aber wieder ganz übereinstimmend.

Die auffallenden, oft wiederkehrenden gleichzeitigen Secunden erklärte mir der hier studirende japanische Capellmeister dahin, dafs es sich um ein rasches Nacheinander-Anschlagen zweier benachbarter Saiten handle, wodurch der Eindruck der Dissonanz vermieden oder abgeschwächt werde. Die vielen Nachschläge kommen daher, dafs man nach dem Anschlag der freien Saite rasch nachträglich noch einen Finger aufsetzt. So mögen manche Wunderlichkeiten für unser Auge in der notirten exotischen Musik mit der Technik der Instrumente zusammenhängen und beim wirklichen Spiel dem Ohre ganz natürlich klingen

die sich in der Abhandlung Dr. Müller's überhaupt kundgiebt, erweckt Zutrauen.

Von den beiden javanischen ist die eine, bestehend aus 8 Stimmen nebst Schlaginstrumenten, von einem erfahrenen javanischen Hofmusiker mit einer kurz vorher dort erfundenen Notenschrift aufgezeichnet (da die Javaner sonst wie die Siamesen Alles nur durchs Gehör fortpflanzten) und von Prof. Land nach einem gleichzeitig übermittelten Schlüssel in unsere Notenschrift übertragen. Die andere, bestehend aus 4 Stimmen nebst Schlaginstrumenten, wurde etwa 1870 von Prof. Loman nach den Angaben von A. Holle, der selbst alle javanischen Instrumente spielte und viele Stücke auswendig kannte, aufgezeichnet und später nach dem (nur theilweise noch brauchbaren) Manuscript von Land und Groneman veröffentlicht. Auch diese beiden Partituren, besonders die erste, dürfen wir als zuverlässige Darstellungen ansehen.[1]
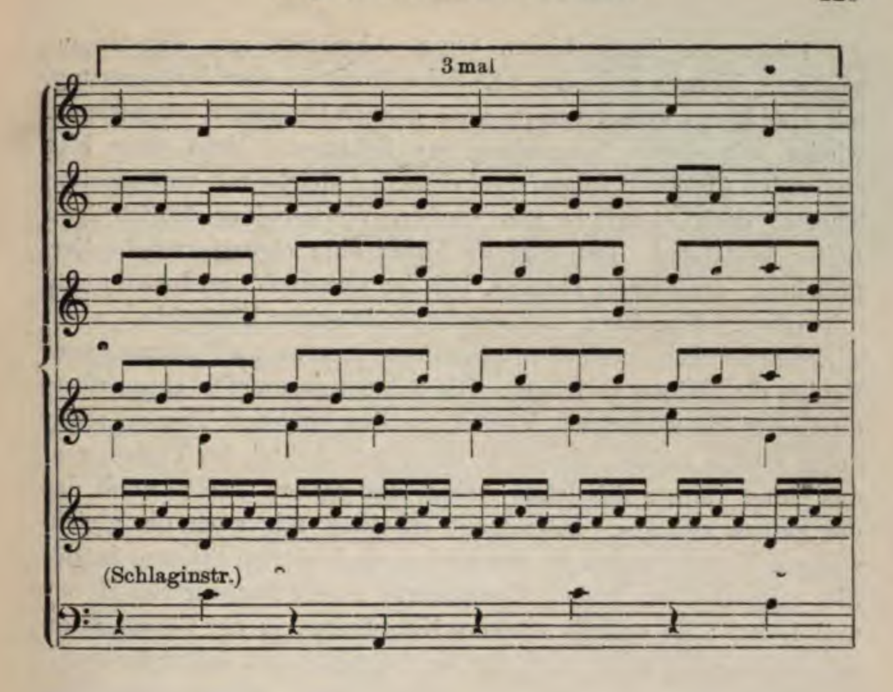
Verglichen mit der siamesischen weisen diese drei Partituren zwar im Allgemeinen einen ähnlichen Charakter auf, wie jene (zumal sich ja immer für den Fernerstehenden die Unterschiede verringern und die Uebereinstimmungen hervortreten). Aber die siamesische steht dem Verständnifs des Europäers näher als die anderen. Am weitesten entfernt sich davon die altjapanische, die, europäisch gesprochen, ganz unerhörte Rücksichtslosigkeiten in der Tonzusammenwürfelung aufweist.
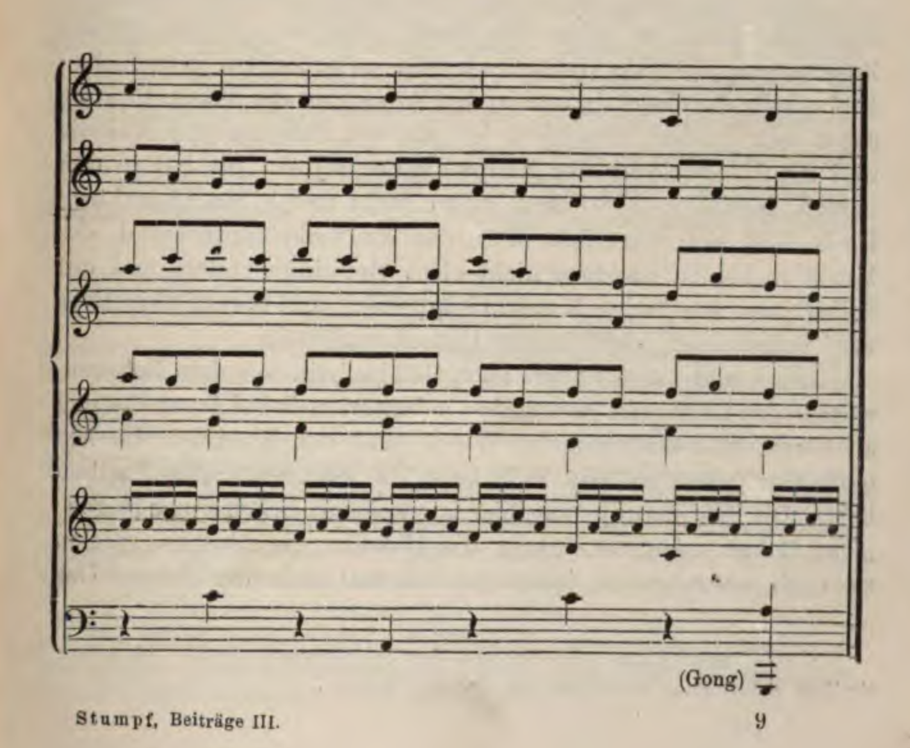
Einen Abschnitt aus der javanischen will ich zur Vergleichung hierhersetzen[2]:

---

[1] S. die öfters erwähnte holländische Abhandlung von Land und Groneman S. 105 f. Die erste der beiden Partituren auch in dem deutschen Aufsatz von Land (Tonkunst d. Javanen) und eine Probe daraus bei Wallaschek, *Primitive Music*, im Anhang. Bei Wallaschek sind aber der erste und die 3 letzten Tacte des bezüglichen Abschnitts weggelassen, wodurch das Verständnifs unmöglich wird. Wenn wir einen europäischen Musiksatz nicht so verstümmeln, so dürfen wir's, scheint mir, doch auch nicht bei einem exotischen thun. In Land's deutschem Aufsatz sind übrigens die Stimmen auch nicht so vollständig, wie in der holländischen (ein Jahr späteren) Ausgabe der Partitur; es fehlt z. B. das harpeggirende Instrument und die oberste Stimme (Rebab) mit dem charakteristischen *c* als vorletzter Note.

[2] Einige Instrumente, die genau mit dem ersten gehen, und ein Schlaginstrument sind weggelassen, der erste Tact des dritten Instruments ist im Original das 1. Mal unison mit der ersten Stimme.


3 mal
(Schlaginstr.)


(Gong)

Diese vier Tacte bilden einen Abschnitt mit Repetitionszeichen. Voraus geht das nämliche Motiv in der Verlängerung, mit Halbtönen genau unison vom ganzen Orchester vorgetragen, wieder mit einem Gongschlag am Schlusse. Nach dem hier stehenden Abschnitt folgen zwei einander gleiche mit verändertem Thema, doch ebenfalls aus bloſsen Vierteln der fünfstufigen Leiter bestehend. Den Schluſs bildet eine eigenthümliche Zerpflückung des letzten Themas, bei der nur noch drei Instrumente mitwirken. Man kann sich das Stück in seiner Einfachheit recht wirksam denken, besonders allerdings, wenn etwa Posaunen zum Beginn die Halben vortrügen. Die Schlaginstrumente accentuiren durchweg die schlechten Viertel, in den späteren Theilen sogar deren zweite Achtel, also z. B. das letzte Achtel des Tactes, und das Gong immer das letzte Achtel des ganzen Theils, auch das des ganzen Stückes. Interessant scheinen mir auch die gleichzeitigen Verkürzungen in der dritten und vierten Stimme in der hier mitgetheilten Probe. Complicirter ist die Partitur von Holle und Loman; sie enthält stärkere Kühnheiten in der Combination der melodieführenden und der sie umspielenden Instrumente.

Wenn ich sagte, die siamesische Partitur stehe unserem Verständniſs näher, so meine ich damit nicht so sehr die Art des Zusammenspiels (die vielmehr in der mitgetheilten javanischen Probe sehr durchsichtig und in den Arpeggien der letzten Stimme sogar sehr modern-europäisch ist) als die Führung der Melodie und die Ausarbeitung der Hauptstimmen selbst. Sie hat in den beiden javanischen Stücken einen recht primitiven Charakter.[1] Doch läſst sich natürlich über den Entwickelungszustand der Musik in beiden Ländern nicht ohne viel eingehendere und auf Selbsthören gegründete Kenntniſs urtheilen, und etwas Subjectives wird selbst dann leicht in das Urtheil einflieſsen.

Ellis und Land hatten auch Gelegenheit, vor dem Bekanntwerden der Partituren javanische Orchestermusik bei Ausstellungen zu hören, und schildern das Wesen und den Eindruck im Allgemeinen genau so, wie sich auch die siamesische beschreiben läſst. Die Schilderung mag hier zur weiteren Erläuterung folgen: „Das Rabab spielt als Führer die Melodie, die übrigen spielen sie auch, aber figurirt, jedes für sich und auf seine Weise. Das

[1] Noch mehr muſs man dies von den bei Groneman S. 57—104 mitgetheilten zahlreichen einstimmigen Stücken sagen.

Saron resumirt das Motiv. All dies ist begleitet von einer Art Basso ostinato und einer rhythmischen Bewegung der Pauke; und das Ganze ist durch die periodischen Schläge des Gong's und der Becken in regelmäfsige Abschnitte und Unterabschnitte getheilt. Die Variationen derselben Melodie durch die verschiedenen Instrumente geben eine Art von barbarischer Harmonie, die indessen ihre lichten Momente hat, wobei dann der schöne Ton der Instrumente eine wundervolle Wirkung thut. Aber der Hauptreiz liegt in der Qualität des Klangs und in der rhythmischen Genauigkeit des Spieles." [1]

Ob man sich nicht auch die altgriechische Musik in mancher Hinsicht dieser asiatischen ähnlich denken kann? Enthusiasten werden den Gedanken vielleicht mit Grausen zurückweisen. Aber was die Melodie betrifft, so ist der Unterschied, wenn man offen sein will, doch nur der, dafs die siamesischen uns viel besser munden als die erhaltenen Reste der altgriechischen. Was ich meine, betrifft indes nicht die Melodien, sondern das Zusammenspiel der Instrumente mit dem Gesang und unter sich. Plato, der nicht besonders gut darauf zu sprechen ist, sagt Folgendes: „Der Musiklehrer wie der Zögling müssen die Lyra zu Hülfe nehmen, wegen der festen Abstimmung der Saiten, indem sie die Töne mit den Tönen in Uebereinstimmung bringen. Die Heterophonie aber und die Buntheit der Lyramusik, wobei andere Weisen von den gespannten Saiten, andere von dem Componisten der Melodie herrühren, indem man enge zu weiten Tonschritten, schnelle zu langsamen und Hohes zu Tiefem

---

[1] Land bei Ellis l. c. S. 509, Anm. 2.

Eine treffliche Beschreibung javanischer Musik giebt auch Daniel de Lange nach einem Citat in Land-Groneman's Schrift S. 16. Er weist auf die Rondo-artige Form der Stücke hin, charakterisirt die Heterophonie des Zusammenspiels, betont aber noch besonders die Bedeutung der Schlaginstrumente. „Sie folgen der Melodie, aber nur von Ferne (im Groben): ihr Ziel ist, durch rhythmische Figuren Leben in die Melodie zu bringen. „Die arme Melodie kann denn auch nur ab und zu, gleichsam den Arm aus dem Wasser streckend, beweisen, dafs sie in dem Ocean von Tönen nicht ganz untergegangen ist." Ueber diese nach bestimmten Normen wechselnden Rhythmen der javanischen Schlaginstrumente giebt Groneman's Beilage D S. 124 nähere Auskunft.

Bei unsren siamesischen Aufführungen traten übrigens die Schlaginstrumente in der Klangmasse sehr zurück. Sie hatten es auch nicht nöthig, „Leben in die Melodie zu bringen".

als Consonantes und Dissonantes hinzubringt, ferner indem man mannigfaltige rhythmische Verzierungen mit den Tönen der Lyra anfügt: alles Derartige dürfen wir solchen nicht zumuthen, die in drei Jahren sich das Brauchbare an der Musik cursorisch aneignen sollen."

In der That, man könnte kaum besser die Begleitung der Melodie bei den Siamesen beschreiben. Mit Rücksicht darauf haben wir denn auch oben bereits statt von Polyphonie lieber von Heterophonie gesprochen. Es ist entschieden nicht polyphone Musik in dem bestimmten technischen Sinn, den wir mit dem Ausdruck verbinden; noch weniger ist es natürlich harmonische Musik; und doch auch keine rein unisone. Wenn in der griechischen Musik nach dem Bericht des Aristoxenus (bei Plutarch) verschiedene Intervalle in der Gleichzeitigkeit zum Vorschein kamen: Quinten, Quarten, Secunden, Sexten, so paſst dies gleichfalls genau auf die Art der Musik, wie wir sie hier kennen gelernt haben. Es ist eben, mit Land zu sprechen, „a sort of barbarous harmony", die so zu Stande kommt, die von unseren Accorden durch eine principielle Scheidewand getrennt ist: hier gehören die Töne innerlich zusammen und giebt die Verschiedenheit dieser inneren Beziehungen jedem Accord sein eigenes Wesen und Ethos, dort handelt sich's nur um gröſsere Klangfülle oder gar um ein zufälliges Zusammentreffen von Tönen verschiedener Instrumente, die nicht genau denselben Weg gehen.

Da die Traditionen der Asiaten bekanntlich äuſserst langlebig sind, da andererseits die altgriechische Musik sicher von Asien her beeinfluſst worden ist, so wäre es nicht einmal schwer, sich für die Analogien, die uns hier entgegenzutreten scheinen, gemeinschaftliche letzte Ursachen auszudenken; aber wir wollen damit warten, bis wir — altgriechische Partituren haben, und einstweilen den Leser für diese Phantasie um Verzeihung bitten.

V. Ueber die Erforschung exotischer Musik und besonders über die Methoden zur Beschaffung des Materials.

Wer die dominirende Stellung der Musik in primitiveren Culturzuständen, die Vielheit ihrer Formen, die überraschenden Aehnlichkeiten und Unterschiede, wer den Zusammenhang der

darauf bezüglichen Untersuchungen mit den allgemeinsten Fragen nach den Ursprüngen und Formen menschlicher Civilisation, nach der Entwickelung und Ausbreitung der Menschenrassen bedenkt, für den bedarf die Wichtigkeit der Erforschung aufser-europäischer Musik für die allgemeine Ethnologie und Geschichte des Menschengeschlechts keines Beweises. Auch jeder Psychologe, jeder Aesthetiker, der aus dem Bannkreis der Gelehrtenstube und der Selbstbeobachtung hinausstrebt, um seinen Horizont durch objective Untersuchung menschlichen Denkens und Fühlens in anderen Zeiten und Räumen zu erweitern, sieht hier fruchtbare Aufgaben vor sich. Je unaufhaltsamer europäische Cultur in fremde Erdtheile eindringt und abweichende Formen, wenn nicht sogar ihre Träger, zum Absterben zwingt, um so mehr ist es an der Zeit, jene Formen zu sammeln und zu studiren.

Diese Wissenschaft der exotischen Musik liegt indessen noch in den Windeln. Vor Allem fehlt es an zuverlässigem Material. Zahllose Reiseberichte geben zwar Kunde von der äufserlichen Beschaffenheit der Instrumente und von dem Gefühlseindruck, den die Musik auf den Reisenden machte: aber das ist nicht, was die Musikwissenschaft in erster Linie braucht. Die notirten Melodien, obschon gleichfalls von ungeheurer Anzahl, lassen mit wenigen Ausnahmen starken Zweifeln Raum, da über die Hülfsmittel der Notirung nichts erwähnt wird, oft genug rein technische Verstöfse auffallen, manchmal auch innere Unmöglichkeiten dazu kommen. Vorläufig sind diese Notensammlungen wenig mehr als ein Spielzeug der jungen Wissenschaft, praktisch benutzbar erst später, wenn sichere methodische Feststellungen das Brauchbare darin von dem Unbrauchbaren zu sondern gestatten. Darum sind denn auch fast sämmtliche Beispiele exotischer Musik in Musikgeschichten und völkerkundlichen Werken, deren Verfasser ja auf solche Quellen angewiesen sind, zunächst mit gründlichstem Mifstrauen aufzunehmen. Vollends über die genauere Abstimmung der gebrauchten Intervalle, also über die Leitern, fliefsen die zuverlässigen Nachrichten bis jetzt ganz spärlich.

Nach meinem Dafürhalten ist die wissenschaftliche Forschung über exotische L e i t e r n erst durch A. J. ELLIS begründet, indem er exact-quantitative Bestimmungen der Leiterstufen vornahm, so gut es das ihm vorliegende Material erlaubte. Was ELLIS, was

dann LAND, GILMAN [1] und die gegenwärtige Studie beigebracht hat, das müfste nun in gröfserem Umfang von Forschungsreisenden, Missionären und anderen wissenschaftlich Gebildeten, die sich länger in fremden Ländern aufhalten, fortgesetzt werden. Tonmesser in hinreichend handlicher Form wären leicht zu beschaffen und müfsten zur Ausrüstung jedes Forschungsreisenden gehören, der solchen Dingen sein Augenmerk zuzuwenden denkt. Freilich mufs er auch mit den nöthigen Vorkenntnissen ausgerüstet sein, um zu wissen, worauf es ankommt, und mufs über das beim Gebrauche der Apparate unentbehrliche Maafs von Gehörsübung verfügen.

GILMAN bestimmte die wirklich gebrauchten Intervalle bei chinesischer Musik, da er keine Instrumente mit festen Tönen vor sich hatte, nach der phonographischen Reproduction der Töne von Melodien (eines Saiteninstruments und eines Horns); wobei er durch Sorgfalt und Uebung doch eine beträchtliche Genauigkeit erzielte. [2] Für solche Fälle, wo fest abgestimmte Instrumente fehlen, ist dies gewifs ein gutes, wenn auch mühsames, Auskunftsmittel. Dem Reisenden fällt dann nur die phonographische Aufnahme zu, während die Auswerthung der Intervalle von Akustikern besorgt werden kann. Man wird möglichst langsame Melodien hierzu aussuchen.

Die Ergebnisse werden am besten zunächst in Schwingungszahlen angegeben. Für die Darstellung der gefundenen Tonverhältnisse dürfte das Verfahren von ELLIS, die Anwendung der Hundertstel des temperirten Halbtons als kleinster Einheiten, sich vielfach zweckmäfsig erweisen. Jedenfalls sind alle nur erdenklichen Genauigkeitsbedürfnisse dadurch reichlich gedeckt und ist eher zu fürchten, dafs blos zufällige kleine Schwankungen in dieser Maafseinheit ausgedrückt einen ungebührlichen Eindruck machen. Meistens wird denn auch die Abrundung auf Zehntel genügen. Aufserdem aber mufs man natürlich stets überlegen, in welcher sonstigen Form die gefundenen Verhältnisse sich so ausdrücken lassen, dafs das Gesetz der bezüglichen Leiter am deutlichsten durchscheint. Unsere reine diatonische

---

[1] BENJAMIN IVES GILMAN, On some psychological aspects of the Chinese musical system. *Philosophical Review* (Boston), 1892, S. 54f. und S. 154f.

[2] Ueber die Einzelnheiten des angewandten Verfahrens und dessen Genauigkeitsgrad giebt GILMAN S. 175f. Rechenschaft.

Leiter z. B. wird man ja, in Cents ausgedrückt, zunächst gar nicht wiedererkennen.

Die zweite Aufgabe liegt sodann in der sicheren Notirung von Musikstücken. Aufzeichnungen nach dem bloſsen Gehör während des Vortrags bieten bei der eigenthümlichen Intonation und Rhythmik dem nach Genauigkeit Strebenden oft groſse Schwierigkeiten; bei Instrumentalstücken steht meist schon die Schnelligkeit der Figuren im Wege. Unter Umständen können Aufzeichnungen von Gesängen nach der frischen Erinnerung von solchen, die lange genug im Lande gelebt haben, um die Lieder wie die ihrer eigenen Heimath zu singen, vertrauenswürdig sein. Hauptsächlich aber sind zur Gewinnung sicherer Notationen zwei Wege beschritten: der eine besteht darin, daſs Musiker des betreffenden Landes sich auf unsere Notenschrift einüben oder auch daſs Transscription aus einer einheimischen Notirung in unsere stattfindet. Der andere besteht in der phonographischen Aufnahme. Wo immer möglich, sind natürlich beide Methoden zu verbinden.

Die erste verursacht, wenn einmal die erforderliche Einübung des Musikers oder Transscriptors vorhanden, weit weniger Mühe und würde es ermöglichen, Stücke in groſser Anzahl uns zu übermitteln, ist aber nur unter sehr speciellen Voraussetzungen anwendbar, und auch dann ist man ganz auf die zufällige individuelle Geschicklichkeit des Aufschreibers und Uebersetzers angewiesen, die sich nur in Ausnahmefällen (wenn z. B. zwei unabhängig dasselbe Stück aufschreiben) controliren läſst. Bei der Notirung nach dem Phonographen dagegen kann nicht blos der Notirende sich selbst so oft er will controliren, sondern auch jeder andere, so lange nur die Walze brauchbar bleibt.

Andererseits darf man freilich die Schwierigkeiten der phonographischen Methode nicht unterschätzen. Vor Allem muſs natürlich für constante Drehungsgeschwindigkeit gesorgt werden. Accumulatoren, wie wir sie benutzten, sind immerhin ein unbequemes Reisegepäck. Schlimm sind auch die Schwierigkeiten des Abhörens. Es war eine arge Geduldsprobe, alle die Stimmen des obigen Orchesterstücks aus dem Phonographentrichter abzuhören, bis das Bild jeder einzelnen befriedigend in Noten stand. Die Schwierigkeit liegt theils in dem begleitenden Geräusch, theils darin, daſs man die Geschwindigkeit der Re-

production nicht beliebig verringern kann, wenn man nicht zu tiefe und undeutliche Töne erhalten will.

Wir haben auch einen Versuch mit dem neuen „Telephonographen" des dänischen Ingenieurs Poulsen gemacht, bei welchem die Schwingungen sich nicht mechanisch in eine Masse eindrücken, sondern nur entsprechende Punkte eines gleichmäfsig laufenden Stahlbandes magnetisirt werden.[1] Hier giebt es bei der Reproduction kein Geräusch, überdies kann man ebensogut auch aus der Entfernung telephonisch abhören und wird dann nicht einmal durch die Handhabung des Apparats gestört. Die Fabrik hatte in zuvorkommendster Weise die noch etwas umständlichen Vorbereitungen zur Aufnahme getroffen. Wir konnten aber nur eine Stimme der Partitur, das besonders interessante und schwierige Kong yai, so aufnehmen, weil nicht mehr Stahlbänder vorhanden waren. Und es hat sich dann beim Abhören gezeigt, dafs der alte Phonograph einstweilen auch noch seine Vorzüge hat. Die Arbeit war erheblich zeitraubender, weil immer nur das Ganze repetirt werden konnte und zu diesem Behuf die Melodie auch erst wieder rückwärts ablaufen mufste, während man dort einfach den Stift mit der Hand auf eine beliebige frühere Stelle der Walze setzt. Der Hauptwerth des neuen Instruments liegt ja auch in einer anderen Richtung: darin, dafs man auf weite Distanzen Schalleindrücke so fixiren kann, dafs sie dann zu beliebiger Zeit abgehört werden können. Aber hoffentlich wird es noch so vervollkommnet, dafs es auch für die gewöhnlichen phonographischen Zwecke bequem brauchbar wird. Angenehmer und reiner ist der Klang unzweifelhaft.

Bei der Aufschreibung der phonographisch abgehörten Melodien in unserer Notenschrift mufs man, wie mir scheint, das Princip befolgen, soweit als es ohne merkliche Aenderung des vorgefundenen Tonmaterials möglich ist, die Fühlung mit

---

[1] Der Apparat wird gebaut und zunächst noch weiter vervollkommnet von der Actiengesellschaft Mix und Genest in Berlin, die ihn auch auf der Pariser Weltausstellung und in der dortigen Akademie der Wissenschaften vorführte. Beschreibung und Abbildung in Glaser's *Annalen für Gewerbe und Bauwesen* **47**, Nr. 555, auch in der „*Phonographischen Zeitschrift*" vom 29. VIII. und vom 13. XI. 1900. („Telegraphon", wie der Apparat hier nach dem Vorgange des Erfinders genannt wird, ist aber doch eine sprachliche Mifsgeburt!)

unseren musikalischen Vorstellungen beizubehalten. Denn erstlich ist dies doch überhaupt die Absicht, sobald wir unsere und keine andere Notenschrift anwenden. Zweitens mufs die Wissenschaft darauf ausgehen, ohne die Eigenheiten zu verwischen, doch nach Möglichkeit die gemeinschaftlichen Züge ersichtlich zu machen. Ich erwähne dies, weil der Erste, der exotische Gesänge nach Phonogrammen in Noten setzte, J. B. Gilman, die Ergebnisse seiner verdienstlichen Arbeit durch die Art der Aufschreibung fast unkenntlich machte. Er glaubte Indianermelodien objectiv treuer wiederzugeben, wenn er von allen Tact- und Tonartbezeichnungen absah, alterirte Töne stets nur durch Kreuzzeichen ausdrückte (allenfalls noch mit besonderen Merkmalen für geringere Alteration), einerlei was für Töne sonst in der Melodie vorkamen, u. s. f. Ich habe dann die Melodien ohne materielle Aenderung (aufser an ganz vereinzelten Punkten, wo sie sich leicht motiviren liefsen) so umgeschrieben, dafs die Tonart überall, der Tact öfters vollkommen deutlich und auch für uns verständlich hervortrat.[1] Dies war so einleuchtend, dafs der Verfasser selbst nachträglich seine Zustimmung erklärte. Es geht daraus hervor, dafs durch unzweckmäfsige Notirungsprincipien aus dem Phonographen Notengebilde erwachsen können, die dem europäischen Auge zunächst als wüste Sinnlosigkeiten erscheinen müssen, während sie in Wirklichkeit vielleicht einfachen und wohlgebauten Melodien entsprechen.

In dieser Beziehung ist es freilich ein Nachtheil, wenn die Aufnahme und das Abhören von Verschiedenen besorgt werden; wie es bei Gilman der Fall war, welchem Walter Fewkes die auf Reisen aufgenommenen Phonogramme lieferte. Zum Mindesten soll der Abhörende bereits durch eigene Erfahrungen mit exotischen Weisen ähnlicher Art und mit der Vortragsmanier desselben oder eines verwandten Völkerstammes vertraut sein. Darum dürfte einer, dem an solchen Studien gelegen ist, die in grofsen Städten häufig dargebotenen exotischen Aufführungen nicht versäumen. Wer nicht Gedächtnifsbilder davon mitbringt, der wird in complicirteren Fällen aus dem Phono-

[1] Phonographirte Indianermelodien. In der *Vierteljahrsschr. f. Musikwissenschaft* 8 (1892), 127 f. Leser, die nachschlagen, mache ich besonders aufmerksam, dafs S. 131 Gilman's Notirung genau so zu lesen ist, wie geschrieben steht, mit *c* und *f* überall, wo kein Vorzeichen speciell vor der jeweiligen Note steht.

graphen nicht klug werden. Ueberhaupt aber darf ja über dem Studium phonographischer Reproductionen das nach lebendigen Originalen nicht verschwinden.

Statt durch Abhören und Notiren kann ein Phonogramm auch auf optischem und mathematischem Wege verwerthet werden. In dieser Weise hat der Physiologe Hermann für die Vocaltheorie, der Psychologe Scripture für die Untersuchung der sprachlichen Tonhöhe, Accentuirung etc. Phonogramme benutzt. So liefsen sich natürlich auch Feinheiten der Intonation feststellen. Zwar gegenüber der wenig constanten Intonation exotischer Natursänger scheint mir vorläufig zur Anwendung so feiner Mittel keine Veranlassung vorzuliegen; aber in sehr kritischen Fällen könnte auch eine derartige Untersuchungsmethode einmal am Platze sein.

In der Wiener Akademie ist im vorigen Jahre der weittragende Vorschlag eines Phonogramm-Archives gemacht worden, worin Sprach- und Musikproben aller Völker niedergelegt werden sollen, und es wurde eine Commission eingesetzt, um zunächst den Edison-Phonographen selbst in bestimmten Richtungen zu einem „Archiv-Phonographen" umzugestalten. Vom Standpunkt solcher Studien, wie der hier vorgelegten, ist dieses Unternehmen aufs Wärmste zu begrüfsen, und die Herbeischaffung geeigneter Phonogramme wäre später wohl auch ein nicht unwürdiger Gegenstand für den Wirkungskreis der jetzt ins Leben getretenen internationalen Association der Akademien.

Tontabellen.

Von

C. Stumpf und K. L. Schaefer.

I. Zweck und Einrichtung der Tabellen.

(C. Stumpf.)

1. Auswahl der absoluten Tonhöhen und der Tonstufen.

Die folgenden Tabellen von Schwingungszahlen sind aus den praktischen Bedürfnissen bei akustischen Studien hervorgegangen. Was in physikalischen Lehrbüchern an Tabellen dieser Art vorliegt, reicht für solche Bedürfnisse bei Weitem nicht aus. Die Tafeln Preyer's in seinen „Akustischen Untersuchungen“ 1879 werden Viele, wie wir selbst, oft mit Vortheil benützt haben. Aber auch sie enthalten z. B. nicht die temperirte Stimmung und nicht die gegenwärtige Normalstimmung ($a^1 = 435$). Nebenbei sind sie nicht ganz fehlerfrei, die Zahlen für ces^3 und seine höheren Octaven sind in der ersten Tafel unrichtig. Die Tabellen H. Riemann's in seinem Musiklexikon (Art. „Tonbestimmung“) geben nur die Verhältnisse, nicht die absoluten Schwingungszahlen, die ersteren allerdings in viel mehr Variationen, als hier aufgenommen sind, so daſs auch noch beispielsweise vier verschiedene *Heses*, ebensoviele *Deses* u. s. f. vorkommen. Die gegenwärtigen Tabellen sind nach dem Vorbild der Preyer'schen, aber nach erweitertem Plan und mit gröſserer Genauigkeit durchgeführt.

Wir hielten zehn Octaven für genügend; noch höhere sind in den seltenen Bedarfsfällen leicht aus den gegebenen abzuleiten.

Als temperirte Leiter wird bei experimentellen Studien nur selten eine andere als die 12stufige gleichschwebend temperirte in Betracht kommen. Für die absolute Höhe ist in Tab. I $C_2 = 16$ zu Grunde gelegt, die sog. physikalische Stimmung, wobei die C's durch die Potenzen von 2 gegeben sind. a^1 ergiebt sich hierbei = 430,54. In Tab. II ist die gegenwärtige Normalstimmung mit $a^1 = 435$ zu Grunde gelegt, in Tab. III die frühere (u. A. von Helmholtz benutzte) mit $a^1 = 440$.

In den darauffolgenden 6 Tabellen, die sich auf die reine Stimmung beziehen, ist ebenso bei IV und V $C_2 = 16$ genommen, wobei $a^1 = 426\,^2/_3$ ist; bei VI und VII ist $a^1 = 435$, bei VIII und IX $a^1 = 440$ genommen. Die Tafeln IV und V, VI und VII, VIII und IX unterscheiden sich von einander nur durch die Umrechnung der gewöhnlichen Brüche in Decimalbrüche. Diese sind bequemer, die ersteren aber allein ganz genau.

Bei gewissen akustischen Versuchen über Differenztöne, Obertöne u. dgl. empfiehlt es sich, überhaupt nicht ein C als Ausgangspunkt zu nehmen, sondern den Ton mit der Schwingungszahl 100, weil dann die einfacheren Schwingungsverhältnisse besonders in der mittleren Lage (400 : 500 : 600 u. s. f.) ohne Weiteres auch an den absoluten Schwingungszahlen in die Augen springen.[1] Aber ebendarum und weil in der Musik nun einmal andere Werthe eingeführt sind, haben wir hier keine Tabelle auf dieser Grundlage beigefügt.

Die Auswahl der in die Tabellen IV bis IX aufgenommenen Tonstufen bedarf einiger rechtfertigenden Bemerkungen.

1. Vor Allem sind aufgenommen die Töne der diatonischen Dur- und Mollleiter, wie sie aus den Dreiklängen mit grofsen und mit kleinen Terzen auf C, F und G resultiren. Diese Töne sind durch fetten Druck hervorgehoben.

2. Unter den Alterationen (Erhöhungen und Vertiefungen) sind nur solche aufgenommen, welche in der Musik durch ein einfaches ♯ — oder *b*-Zeichen ausgedrückt werden; also *Cis*, aber nicht *Cisis* u. s. f. Und da auch hier noch verschiedene Ab-

---

[1] S. „Bemerkungen über zwei akustische Apparate", *Zeitschrift f. Psychologie* **6**, S. 31f. Die meisten Gabeln und mehrere Apparate im Berliner psychologischen Institut habe ich nach diesem Princip abstimmen lassen und es sehr praktisch gefunden.

stimmungen möglich sind (es giebt verschiedene *Cis*, verschiedene *Des*), so ist unter mehreren gleichnamigen Alterationen diejenige ausgewählt, die der Tonica verwandtschaftlich am nächsten steht.

Beispielsweise ist das *Des* aufgenommen, welches durch die Schritte *C*—*F*—*Des* entsteht, aber nicht das, welches durch 5 absteigende Quinten erzielt wird und sonach nur eine Verwandtschaft 5. Grades mit *C* besitzt (pythagoreisches *Des*).

3. Außerdem ist aber noch ein zweites *D*, *B* und *Fis* ($\underline{D}$, $\underline{B}$, $\overline{Fis}$) aufgenommen, weil diese drei Töne sehr leicht bei einfachen Modulationen vorkommen können, ohne daſs die Tonica dem Bewuſstsein verloren geht; z. B. das $\overline{Fis}$, wenn wir von *C*-Dur für einen Augenblick nach *E*-Moll und durch den *G*-Septimenaccord nach *C* zurückgehen; das $\underline{B}$ und $\underline{D}$ bei einer eben so kurzen Ausbiegung über *F* nach *B*-Dur und über *G* zurück, wobei durch das feststehende *F* die Intonation des *B* und *D* als $\underline{B}$ und $\underline{D}$ bestimmt wird.
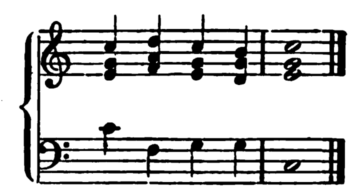
Das zweite *Fis* (Unterquarte von *H*, Oberterz von *D*) ist auch dadurch motivirt, daſs man besonders leicht dieses *Fis* intonirt, wenn die Aufgabe gestellt ist, von der Tonica *C* aus ein *Fis* anzugeben. Man geht dann über *D* zu dessen Terz *Fis*. Dieses führt als Leitton zur Dominante *G* und ist uns darum sehr geläufig: ein Fall, wo ein Verwandter 3. Grades in Folge seiner modulatorischen Bedeutung unserem Bewuſstsein näher liegt als einer 2. Grades (*Fis* von *A*); ähnlich wie es uns auch im Leben mit Verwandten gehen kann.

Wir bezeichnen das neue *D* mit $\underline{D}$, das neue *B* mit $\underline{B}$, das neue *Fis* mit $\overline{Fis}$, um anzudeuten, daſs die beiden ersten um ein Komma tiefer, das letztere dagegen um ein Komma höher ist, als die bereits vorhandenen gleichnamigen Töne.[1]

Man könnte fragen, ob nicht auch ein zweites *F* und ein zweites *A* einzufügen seien, da ein reiner Durdreiklang auf *D* ($^9/_8$) bekanntlich die Erhöhung des *A* und ein reiner Molldreiklang auf derselben Stufe auch die Erhöhung des *F* um ein Komma bedingt. Aber ich halte es nicht für möglich, daſs *F* und *A*, so lange die Tonica *C* im Bewuſstsein herrscht, anders denn als

[1] Diese Bezeichnung soll nur für den gegenwärtigen Zweck dienen und deckt sich in der Anwendung nicht mit der Oettingen-Helmholtz'schen, wonach $\underline{B}$—$\underline{D}$—*F* kein reiner Dreiklang sein würde.

directe Verwandte (Consonanzen) zu dieser intonirt werden. Bei der gewöhnlichen Cadenz



intoniren gute Sänger schwerlich ein reines *D*-Moll (zumal das *D* nur ein dem *F*-Klang hinzugefügter überzähliger Ton ist), sondern bleiben bei der Stimmung der Töne, die der *C*-Leiter entspricht. Erst dann, wenn durch eine Modulation etwa *G* dauernd als Tonica im Bewufstsein festgestellt ist, rücken *A* und *F* (im *G*-Moll) in die Höhe.

Für die mit *C* consonirenden Töne sind daher keine andersgestimmten Namensvettern mitaufgenommen. Sie sind als „feststehende" (im Sinne der altgriechischen Theorie) betrachtet. Schliefslich würde ja das veränderte *F* auch selbst ein verändertes *C* nach sich ziehen u. s. w.

4. Endlich ist noch der vielbesprochene Ton $I = 7/4$ (in den Tabellen der Deutlichkeit halber *J* gedruckt) aufgenommen, obgleich er in unserem Musiksystem keinen Platz hat. Viele sind zwar der Meinung, dafs er in der Praxis eine Rolle spiele, indem die kleine Septime häufig als unvollkommene Consonanz 4 : 7 intonirt werde. Obschon dies, wie ich glaube, ein Irrthum ist und die wirklich vorkommenden beabsichtigten Vertiefungen der Dominant-Septime sich vielmehr daraus erklären, dafs man sie als absteigenden Leitton zur Mediante empfindet, so ist gleichwohl der Ton *I* aufgenommen, theils mit Rücksicht auf die Untersuchung eben solcher Fragen, theils und hauptsächlich weil er wirklich eine unvollkommene Consonanz darstellt und weil dieser Ton bei rein akustischen Studien häufig gebraucht wird. —

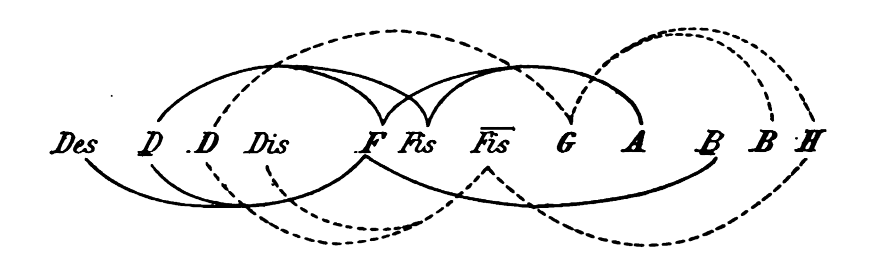
Wenn wir die so entstehende Summe von Tonstufen als eine „enharmonische Leiter" bezeichnen, so bedarf es wohl nicht der Bemerkung, dafs hierfür nur das Bedürfnifs eines kurzen Ausdruckes bestimmend gewesen ist. Ueber die entwickelten Gesichtspunkte für die Zusammenstellung selbst kann man streiten, und es werden Andere andere Grenzen gezogen wünschen. Doch geht aus Vorstehendem hoffentlich hervor, dafs die Auswahl keine

willkürliche, sondern auf bestimmte, in der Praxis wurzelnde Ueberlegungen gegründet ist. Wer alle Lehrmeinungen über die angeblich „allein wahre“ Intonation der Leiterstufen berücksichtigen wollte, müfste Tabellen ohne Ende anfertigen.

2. Die in den Tabellen IV—IX enthaltenen reinen Dreiklänge.

Auf den hier vorräthigen Stufen sind insgesammt 32 reine Dreiklänge möglich; und zwar Dur und Moll auf *C*, *Cis*, *Des*, *D̲*, *Es*, *E*, *F*, *Fis*, *G*, *Gis*, *As*, *A*, *B̲*, *H*.[1] Nur Durdreiklänge ergeben sich auf *Ces* und *Fes*, nur Molldreiklänge auf *Ais* und *Eis*.

Die jeweiligen zu einem Ton gehörigen zwei Dreiklangstöne sind leicht zu finden. Zweifel können nur entstehen bezüglich der doppelt vorhandenen gleichnamigen Stufen (*D*, *Fis*, *B*). Folgende Regel ist gut zu merken: Die tiefere Abstimmung des *D* und des *B* gehört zu *F*, die höhere zu *G* (die tiefere also zu dem tieferen, die höhere zu dem höheren dieser beiden diatonischen Stufen), und in analoger Weise gehört das tiefere *Fis* zum tieferen *D* und zum *A*, das höhere *Fis* zum höheren *D* und zum *H* (der höheren der beiden diatonischen Stufen *A* und *H*). Zur graphischen Versinnlichung können folgende Linien dienen, deren Bedeutung ohne Weiteres verständlich ist:



[1] Hierbei sind natürlich die Umlagerungen des Dreiklangs als äquivalent mit der ersten Lage angenommen oder es mufs, wenn man die erste Lage beibehalten will, bei den höheren Tönen die nächstfolgende Octave mitbenützt werden.

3. Zu den Ableitungsformeln der Tab. IV—IX.

Zur Ableitung der Töne sind hier alle leitereigenen consonanten Intervalle aufser der Octave verwendet; letztere nicht, weil keine Octaventransposition nöthig ist, wenn man neben der Quinte auch die Quarte, neben den Terzen auch die Sexten benützt. In den Formeln bedeutet der Dividend aufwärts gehende Schritte, der Divisor abwärts gehende. Die Brüche sind demgemäfs durchaus algebraisch zu behandeln, z. B. $\frac{T}{t} = \frac{5}{4} \cdot \frac{5}{6}$. Man kann natürlich die einzelnen Schritte in beliebiger Ordnung vornehmen, z. B. bei *Dis* zuerst eine grofse Terz nach oben, dann eine Quarte nach unten, dann wieder eine grofse Terz nach oben nehmen, statt die zweite grofse Terz unmittelbar an die erste zu reihen.

Wer es vorzieht, nur Quinten, grofse Terzen und Octaven zur Ableitung aller Stufen zu benutzen, braucht nur die folgenden Gleichungen zu berücksichtigen, durch welche alle unsre Formeln in solche mit diesen 3 Werthen umgewandelt werden:

$$q = \frac{O}{Q}, \quad t = \frac{Q}{T}, \quad S = \frac{TO}{Q}, \quad s = \frac{O}{T}.$$

Diese Ableitungsweise ist jedoch nur eine scheinbar einfachere. Sie benützt weniger ursprüngliche Werthe. Aber sie kommt dafür zu zusammengesetzteren Formeln, schon für die Consonanzen selbst: denn die vier Consonanzen aufser jenen dreien erscheinen nun als abgeleitete Töne, während sie zweifellos direct mit der Tonica verwandt sind. Die kleine Terz braucht für unser thatsächliches Tonbewufstsein keine Ableitung durch Vermittelung der grofsen Terz und der Quinte, sie ist in Hinsicht des Verwandtschaftsgrades der grofsen vollkommen ebenbürtig. Das Gleiche gilt von den beiden Sexten. Und wie verkehrt wird das Verhältnifs der Sexten zu einander: die kleine erscheint um einen Grad näher verwandt als die grofse, denn die kleine entsteht nach dieser Auffassung durch nur zwei Schritte, die grofse durch drei. Wenn man die Octaventransposition bei der Verwandtschaftsberechnung nicht zählt, was im Grunde richtiger ist, bleibt der Unterschied doch derselbe, die kleine ist dann im ersten Grade, die grofse im zweiten Grade verwandt mit der Tonica. Dies widerspricht Alles dem musikalischen Bewufstsein.

Aber auch die Formeln für die dissonanten Töne werden in Folge dessen complicirter; z. B. *Dis* wird $= \frac{QTT}{O}$, *Fis* $= \frac{TTO}{QQ}$, *Ais* $= \frac{TTTO}{QQ}$ (also 6. bezw. 5. Grades!).[1]

Diese Consequenzen erscheinen ungeheuerlich. Das musikalische Bewufstsein kommt nicht auf so langem Wege zur Intonation dieser Stufen.

Auf Grund unserer Auffassung erhalten wir in der ganzen Tabelle nur Verwandte bis zum 3. Grad. Es wird wohl auch psychologisch richtig sein, dafs man unter Festhaltung einer bestimmten Tonica Verwandte jenseits des 3. Grades nicht mehr als solche erkennen kann; wenngleich für die Leichtigkeit der Intonation nicht die Nähe der Verwandtschaft allein entscheidet.

II. Methode der Tabellenberechnung.

(Karl L. Schaefer.)

Um Fehler in den Tabellen nach Möglichkeit zu vermeiden, sind sämmtliche Zahlen von zwei Personen mehrfach, beziehungsweise auf verschiedene Art berechnet worden. Sowohl die Reinschrift der Tafeln als auch die Correcturbogen wurden durch wiederholtes Verlesen und Vergleichen auf ihre Richtigkeit geprüft und die einzelnen Columnen bei der letzten Revision des Druckes nochmals nachgerechnet.

1. Die Tabellen der temperirten Stimmung

geben die Schwingungszahlen bis auf die erste Decimalstelle exact an. Die zweite Stelle nach dem Komma ist abgerundet. Da es für diesen Grad der Genauigkeit nothwendig war, die Töne der sechsgestrichenen Octave auf 8 Ziffern zu berechnen, so wurde die $\sqrt[12]{2}$ durch Ausziehen der Cubik- und Biquadratwurzel auf 11 Ziffern gleich $1{,}059463094\bar{4}$ bestimmt, welche Zahl zur Controle mittels der Rechenmaschine 12 mal mit sich selbst multiplicirt wurde.

[1] H. Riemann, welcher dieser Ableitungsweise huldigt, schreibt statt *TT* immer 2 *T* u. s. f. Diese Schreibweise kann man natürlich auch festsetzen; aber sie würde die algebraische Behandlung der Formeln unmöglich machen.

Die Tabelle I ist vom Subcontra-$C = 16$, die Tabellen II und III sind vom Kammerton aus berechnet. Es mag hier für die genauere Angabe der Methode eine der beiden letzteren als Beispiel dienen. Zuerst wurden aus dem Kammerton die Töne A_2 und a^6 durch fortlaufende Division resp. Multiplication mit 2 abgeleitet und zur Controle a^6 durch 512 dividirt, woraus sich wieder A_2 ergiebt. Aus dem 11stelligen a^6 erhielten wir dann durch fortgesetzte Division bezw. Multiplication mit $1{,}059463094\bar{4}$ einerseits die Töne von gis^6 bis c^6, andererseits von ais^6 bis c^7. Als Gewähr für deren Richtigkeit diente, abgesehen davon, dafs alle Operationen wie gesagt immer doppelt ausgeführt wurden, der Umstand, dafs $c^7 = 2 \times c^6$ sein mufste. Aus den Zahlen der sechsgestrichenen Octave sind die der übrigen durch fortgesetzte Division mit 2 gewonnen und zur Controle schliefslich die Töne der Subcontra-Octave durch Multiplication mit 512 in die der höchsten Octave zurückverwandelt.

2. Die Tabellen der reinen Stimmung.

Hier wurden die A-Columnen der Tafeln IV, VI und VIII wie bei den Tabellen der temperirten Stimmung berechnet. Von A_2 wurde C_2 abgeleitet und von C_2 die übrigen Subcontratöne. Die fortlaufende Multiplication der letzteren mit 2 ergab dann die Zahlen der übrigen Octaven. Zur Controle diente wieder die Division der letzten Reihe durch 512. Die Umwandlung der gewöhnlichen Brüche in Decimalbrüche (Tab. V, VII, IX) geschah durch Ausdividiren mit Abrundung der letzten Stelle. Schliefslich wurden die Subcontratöne der Tabellen V, VII und IX auch noch logarithmisch berechnet, wodurch zugleich die Richtigkeit der entsprechenden Zahlen in den Tafeln IV, VI und VIII bestätigt ward.

Verzeichniss der Tabellen.

Tabelle I.

Schaef

Abl
Verh
Subcont
Contra-
Grofse
Kleine
1-gestri
2-gestri
3-gestr
4-gestri
5-gestri
6-gestr

Verla

Tabelle II.

Schä

Ab
Ver
Subcon
Contra
Grofse
Kleine
1-gestr
2-gest
3-gestr
4-gestr
5-gestr
6-gestr

Verl

Tabelle IV.

	A	*Ais*	*J*	$\underline{B}$	*B*	*H*	*Ces*	*His*
	S	$\frac{ST}{t}$	$^7/_4$	*qq*	*Qt*	*QT*	*st*	*TTT*
	$^5/_3$	$^{125}/_{72}$	$^7/_4$	$^{16}/_9$	$^9/_5$	$^{15}/_8$	$^{48}/_{25}$	$^{125}/_{64}$
D	1,6667	1,7361	1,7500	1,7778	1,8000	1,8750	1,9200	1,9531
$^3/_5$	$26^2/_3$	$27^7/_9$	28	$28^4/_9$	$28^4/_5$	30	$30^{18}/_{25}$	$31^1/_4$
$^1/_5$	$53^1/_3$	$55^5/_9$	56	$56^8/_9$	$57^3/_5$	60	$61^{11}/_{25}$	$62^1/_2$
$^2/_5$	$106^2/_3$	$111^1/_9$	112	$113^7/_9$	$115^1/_5$	120	$122^{22}/_{25}$	125
$^4/_5$	$213^1/_3$	$222^2/_9$	224	$227^5/_9$	$230^2/_5$	240	$245^{19}/_{25}$	250
$^3/_5$	$426^2/_3$	$444^4/_9$	448	$455^1/_9$	$460^4/_5$	480	$491^{13}/_{25}$	500
$^1/_5$	$853^1/_3$	$888^8/_9$	896	$910^2/_9$	$921^3/_5$	960	$983^1/_{25}$	1000
$^2/_5$	$1706^2/_3$	$1777^7/_9$	1792	$1820^4/_9$	$1843^1/_5$	1920	$1966^2/_{25}$	2000
$^4/_5$	$3413^1/_3$	$3555^5/_9$	3584	$3640^8/_9$	$3686^2/_5$	3840	$3932^4/_{25}$	4000
$^3/_5$	$6826^2/_3$	$7111^1/_9$	7168	$7281^7/_9$	$7372^4/_5$	7680	$7864^8/_{25}$	8000
$^1/_5$	$13653^1/_3$	$14222^2/_9$	14336	$14563^5/_9$	$14745^3/_5$	15360	$15728^{16}/_{25}$	16000

xte $= \frac{8}{5}$ S = grosse Sexte $= \frac{5}{3}$

